

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Diplomová práce

Vícekriteriální rozhodování při výběru zemědělských strojů

Pavel Dufek

© 2015 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra systémového inženýrství

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Pavel Dufek

Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

Vícekritériální rozhodování při výběru zemědělských strojů

Název anglicky

Multi-criteria decision making in the selection of agricultural machinery

Cíle práce

Cílem diplomové práce je návrh metodiky pro výběr vhodného zemědělského stroje v závislosti na požadavcích zemědělců s využitím metod vícekritériálního rozhodování.

Metodika

Na základě studia literárních pramenů bude vybrána vhodná metoda vícekritériálního rozhodování pro výběr zemědělské techniky použitelná jak pro prodejce tak pro samotné zemědělce při rozhodování o nákupu.

V praktické části práce bude nejprve analyzováno chování a preference zemědělců při nákupu zemědělských strojů. Na základě takto získaného souboru kritérií bude vytvořena metodika postupu vícekritériálního rozhodování.

Navržená metodika bude aplikována v praktických příkladech nákupu zemědělských strojů.

Doporučený rozsah práce

60-70 stran

Klíčová slova

profil zákazníka, vícekriteriální rozhodování, kritérium, preference

Doporučené zdroje informací

BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M., ŠUBRT, T. 2003. Modely pro vícekriteriální rozhodování. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra systémového inženýrství, 178 s., ISBN 978-80-213-1019-3

Katalogy a internetové stránky výrobců

Kumhála, F. a kol., 2007. ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA – Stroje a technologie pro rostlinnou výrobu, ČZU, ISBN: 9788021317017.

RAMÍK, J. 1999. Vícekriteriální rozhodování – analytický hierarchický proces (AHP). 1.vyd. Slezská univerzita, Opava, 211 s., ISBN 80-7248-047-2

Předběžný termín obhajoby

2016/02 (únor)

Vedoucí práce

doc. RNDr. Helena Brožová, CSc.

Elektronicky schváleno dne 21. 10. 2014

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 11. 2014

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 10. 09. 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vícekriteriální rozhodování při výběru zemědělských strojů" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 27.11.2015

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. RNDr. Heleně Brožové, CSc. za poskytnutou podporu, konzultace a odborné rady, které jsem využil při vypracování diplomové práce.

Vícekriteriální rozhodování při výběru zemědělského stroje

Multi-criteria decision making in the selection of agricultural machinery

Souhrn

Diplomová práce je zaměřena na využití metod vícekriteriálního rozhodování v manažerské praxi i v běžném životě. Konkrétním cílem práce je výběr vhodného zemědělského stroje dle zadaných podmínek. V literární rešerši je představena vícekriteriální analýza variant, popsány její metody a postupy. Získané poznatky jsou dále využity a aplikovány v praktické části práce, kde je s jejich pomocí vybrán nejvhodnější stroj dostupný na trhu. V závěru práce je provedeno zhodnocení výsledků použitých metod rozhodování a doporučení k nákupu zemědělského stroje, který nejlépe splňuje požadavky zadavatele. Postup rozhodování uvedený v praktické části je vhodný pro kupujícího i prodejce zemědělské techniky.

Klíčová slova: vícekriteriální rozhodování, kritérium, preference, vektor vah, metody, zemědělská technika, kypřič

Summary

The topic of the thesis is the adoption of multiple criteria decision-making methods both in the managerial practice and common life. The main aim of the thesis is the choice of the suitable agricultural machine according to the fixed conditions and terms. In the literary search the multiple criteria analysis of variant is introduced, its methods and procedures are described there. The acquired knowledge is used and applied in the practical part of the thesis then in which the most suitable machine available on the market is chosen by them. In the conclusion of the thesis the results of the adopted decision-making methods are evaluated and we can find the recommendation for the purchase of the agricultural machine which fits the set requirements best. The decision-making procedure stated in the practical part is suitable both for the buyer and seller of the agricultural machinery.

Keywords: multi-criteria decision making, criterion, preference, vector of criteria weights, methods, agricultural machinery, cultivator

Obsah

1.	ÚVOD	8
2.	CÍL PRÁCE A METODIKA	9
2.1	CÍL PRÁCE	9
2.2	METODIKA	9
3.	LITERÁRNÍ REŠERŠE	10
3.1	ROZDĚLENÍ ZEMĚDĚLSKÉ TECHNIKY	10
3.1.1	TRAKTORY.....	10
3.1.2	NAKLADAČE A MANIPULÁTORY	10
3.1.3	ZEMĚDĚLSKÉ STROJE	11
3.2	ROZHODOVÁNÍ	20
3.2.1	HISTORIE VÍCEKRITERIÁLNÍHO ROZHODOVÁNÍ	23
3.2.2	VÍCEKRITERIÁLNÍ METODY ROZHODOVÁNÍ.....	24
3.2.3	VÍCEKRITERIÁLNÍ ANALÝZA VARIANT	25
3.2.4	METODY STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ	26
3.2.5	METODY HODNOCENÍ VARIANT.....	31
4.	PRAKTICKÁ ČÁST	36
4.1	VÝBĚR PODMÍTAČE PRO FARMÁŘE	36
4.1.1	PŘEDVÝBĚR PODMÍTAČE POMOCÍ KONJUNKTIVNÍ METODY	37
4.1.2	POPIS VARIANT	39
4.1.3	URČENÍ A POPIS KRITÉRIÍ	41
4.1.4	STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ POMOCÍ SAATYHO METODY	42
4.1.5	HODNOCENÍ VARIANT PODLE JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ.....	44
4.1.6	SOUHRNNÉ VYHODNOCENÍ PRO FARMÁŘE.....	48
4.2	NÁVRH ŘEŠENÍ ROZHODOVACÍHO PROCESU PRO VĚTŠÍ ZEMĚDĚLSKÝ PODNIK	50
4.2.1	ŘEŠENÍ PODLE PŘEDSEDY PŘEDSTAVENSTVA	51
4.2.2	ŘEŠENÍ PODLE AGRONOMA	54
4.2.3	ŘEŠENÍ PODLE MECHANIZÁTORA	57
4.2.4	SOUHRNNÉ VYHODNOCENÍ ROZHODOVÁNÍ PRO VĚTŠÍ ZEMĚDĚLSKÝ PODNIK S VÍCE ROZHODOVATELI	60
5.	ZÁVĚR	62
6.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	64
7.	PŘÍLOHY	67

1. ÚVOD

Rozhodování patří mezi každodenní činnosti v lidském životě. Denně nastává situace, kdy člověk musí učinit více či méně důležitá rozhodnutí a vybrat pouze jediné řešení z několika možných, které se jeví jako nejlepší. Může se jednat o každodenní nakupování potravin přes pořízení pračky, ledničky nebo počítače až po koupi rodinného domu nebo automobilu. Rozhodování je také základní činností managementu, kde schopnost správného výběru bývá často základem úspěchu. Z manažerského hlediska dělíme rozhodování na **operativní**, jež představují jednoduché, často opakující se úkoly řešené rutinními postupy, a dále **taktické** a **strategické**, vyžadující individuální a tvůrčí řešení. K tomuto účelu je možné používat různé optimalizační metody a s nimi spojené postupy usnadňující proces a sloužící jako podpora rozhodovacího procesu. Patří mezi ně i **vícekriteriální rozhodování**, které spadá spolu s dalšími vědeckými disciplínami pod společný vědecký obor – operační výzkum, a které je tématem této diplomové práce. Metody vícekriteriálního rozhodování umožňují na základě matematických postupů minimalizaci subjektivního pocitu rozhodovatele z hrozícího chybného rozhodnutí a najít nejvýhodnější řešení dané situace.

Při nákupu zemědělské techniky, kdy pořízení jednoho stroje může být v řádu několika milionů korun, se jedná o nemalou investici a vynaložení velkých finančních prostředků. Proto je vhodné věnovat výběru patřičnou pozornost s cílem nestranného, kvalitního a obhajitelného rozhodnutí.

Diplomová práce se skládá ze dvou základních částí, teoretické a praktické. Po nastudování odborné literatury je v teoretické části popsáno stručné rozdělení zemědělské techniky a vysvětleny základní pojmy používané ve vícekriteriálním rozhodování s popisem metod stanovení vah. Tyto získané informace jsou pak využity v praktické části, kde je předvedena aplikace těchto metod na konkrétních příkladech a provedení zhodnocení a porovnání získaných výsledků.

2. CÍL PRÁCE A METODIKA

2.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce je seznámit čtenáře s metodami objektivního výběru vhodného zemědělského stroje na základě předem stanovených podmínek. Dle vybrané metody lze vybrat stroj na základě požadavků, které určil zadavatel, a to porovnáním technických a cenových parametrů stroje. Tyto parametry se pomocí metod vícekriteriálního rozhodování ohodnotí a vygeneruje se výsledek. Postupy vypracování jsou uvedeny v teoretické části. Výstupem této práce budou informace vedoucí ke zvýraznění předností jednotlivých strojů a zároveň jejich nedostatků. Ze získaných výstupů lze určit nejvhodnější stroj podle zvolených kritérií.

2.2 Metodika

Před začátkem vlastní práce je potřeba si uvědomit, co je nutné znát k provedení správného postupu při výběru metod vícekriteriálního hodnocení variant a následnému dosažení správného výsledku:

- určit **objekt** našeho **výběru**
- **cíle**, kterých máme dosáhnout a **za jakých podmínek**
- dle jakých **hledisek** budeme rozhodovat
- určení časového horizontu výsledku naší práce

Po splnění předchozích podmínek se pokračuje v následujících krocích:

1. určení kritérií, které budeme během výběru používat
2. stanovení váhy kritérií
3. výběr metody vícekriteriálního rozhodování
4. výpočet modelu s použitím hodnot kritérií
5. vyhodnocení výsledků
6. určení pořadí variant podle preferencí a výběr nejvhodnější varianty

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

Pro rozvoj civilizace znamenají zemědělské stroje obrovský přínos, jelikož výrazně usnadnily namáhavou práci, která se po tisíciletí prováděla pouze za pomoci lidské či zvířecí síly. V současné době se stroje na zpracování půdy, hnojení, ochranu a sklizeň plodin objevují na polích po celém světě. Trend náhrady lidské práce v zemědělství prací strojní se i nadále urychluje. V posledních desetiletích pak zaznamenala zemědělská technika ohromného technického vývoje. Po roce 1989 došlo v ČR k významnému úbytku zaměstnanců v zemědělství a ti byli nahrazeni jednak moderními a výkonnými stroji, ale i novými pracovními postupy s důrazem na snížení nároků na lidskou práci. Současný trh nabízí širokou paletu různých typů strojů a výrobců. Prodejci působící na trhu se vzhledem k tvrdé konkurenci snaží ovlivnit potencionálního zákazníka. Proto je třeba, aby se kupující zemědělské techniky dokázal nejen dobře orientovat v zemědělské technice a měl k dispozici objektivní údaje o strojích, ale i vhodný nástroj k vyhodnocení té nejlepší varianty z široké škály nabídek.

3.1 Rozdělení zemědělské techniky

Rozdělení zemědělské techniky je uvedeno dle Kumhály (KUMHÁLA, 2007).

3.1.1 Traktory

Traktory jsou stroje univerzální, vhodné pro dopravu, tažení, ale i nesení strojů. Dosahují rychlosti až 70 km/hod. Traktory jsou kolové, nebo pásové. Pásové traktory mají menší prokluz, velmi nízký měrný tlak na půdu, ale jejich provoz je nákladnější. Pro práci, kdy se na poli využívá tažná síla, jako je orba, jsou výhodné traktory s pohonem na všechna čtyři kola (KUMHÁLA, 2007).

3.1.2 Nakladače a manipulátory

Slouží k nakládání a skládání materiálu, hnojiv, zrna a dalších sypkých hmot. Nakladače rozlišujeme na samojízdné s řízeným prokluzem kol nebo na čelní nakladače, které se jako přídatná zařízení instalují na traktor (KUMHÁLA, 2007).

3.1.3 Zemědělské stroje

Podle způsobu připojení k traktoru rozdělujeme stroje:

- **Nesené** – připojují se na tři body závěsu, celková hmotnost stroje je přenášena na tažný prostředek
- **Návěsné** – neboli polo-nesené, které se připojují ve dvou bodech na spodní závěsná táhla a jedem opěrný bod mají vlastní, hmotnost stroje se přenáší z části na jeho pojezdová kola a z části na tažný prostředek
- **Přívěsné** – připojují se k traktoru pouze v jednom bodě a závěsná oj je výškově výkyvná tak, aby se stroj mohl pohybovat po třech, nebo čtyřech kolech. Veškerá hmotnost stroje spočívá na jeho kolech (KUMHÁLA, 2007).

➤ *Stroje na zpracování půdy*

Mezi nejdůležitější práce v rostlinné výrobě patří obracení a kypření, rovnání povrchu nebo utužování půdy. Takto zpracovaná a vyhnojená půda poskytuje rostlinám příznivé podmínky pro růst a jsou méně napadány škůdci a chorobami. Jelikož je zpracování půdy pomocí mechanických zásahů spojeno s vysokou energetickou náročností, je snahou zemědělců používat takové technologie zpracování půdy vedoucí ke zlepšování půdních vlastností a ochraně půdy před větrnou a vodní erozí a zároveň ke snižování spotřeby nafty a snižování pracnosti. Cílem zpracování půdy je tedy zvýšení úrovně péče o půdní prostředí ke zlepšení podmínek pro dobré výnosy plodin a také omezení nežádoucího poškozování půdní struktury.

Systémy zpracování půdy:

- Konvenční – založené na každoročním zpracování půdy radličnými pluhy
- Konzervační (ochranné) zpracování půdy – bez orby, orba je nahrazena mělkým kypřením bez obracení zpracovávané vrstvy půdy, základním strojem je kypřič
- Přímé setí – odpadá jakékoliv zpracování půdy a setí se uskuteční přímo po sklizni hlavní plodiny. Používají se speciální secí stroje, které jsou schopny zapravit osivo do nezpracované půdy (KUMHÁLA, 2007).

Podle způsobu užívání nástrojů rozlišujeme stroje s **poháněnými** rotačními pracovními nástroji a stroje s **nepoháněnými** talířovými pracovními nástroji.

Níže jsou uvedeny typy strojů na zpracování půdy:

Pluhy

Slouží k základnímu zpracování půdy, přičemž orba je takové mechanické zpracování půdy, při kterém se odkrojí, převrátí a rozdrobí skýva ornice. Podle druhu nástrojů k převrácení ornice rozlišujeme pluhy radličné a talířové.

Smyky

Urovnávají povrch pole a současně prokypří vrstvu do hloubky 2-4 cm. Smykováním se rozdrobí hroudy a sníží se vypařování vody.

Kypřiče

Význam jejich použití spočívá hlavně při předset'ové přípravě půdy, kdy půdu nakypří, provzdušní, rozdrobí a promísí. Dále se mohou používat pro zapravení hnojiva do půdy. Kombinované kypřiče umožňují dosažení velmi vysoké plošné výkonnosti, jsou vybaveny utužovacími a drobicími válci, takže není potřeba zařazení dalšího stroje na úpravu povrchu půdy a sníží se tím počet přejezdů po poli. Rovněž se používají kypřiče pro hlubší kypření bez obracení půdy, které prokypří půdu do hloubky srovnatelné s orbou, bez vytvoření nerovností a s minimálním narušením povrchu půdy, čímž se omezí odpařování vody z půdy. Podle použitých nástrojů dělíme kypřiče na rotační a radličkové s dlátovitými nebo šípovými radličkami, případně jejich kombinace.

Brány

Pomocí bran se provádí povrchové kypření ornice, rozdrobení hrud a půdního škraloupu, urovnání povrchu, rozřezání drnů, ničení plevelu, čištění pole od rostlinných zbytků, zavláčení osiva a průmyslového hnojiva či zřed'ování porostů. Existují různé druhy bran podle způsobu spojení pracovního nástroje s rámem a podle jeho pohybu. Rozlišujeme brány s pevnými pracovními nástroji, s pohyblivými pracovními nástroji nepoháněnými a poháněnými. Podle nástrojů rozdělujeme brány na hřbové, radličkové, síťové, luční, prutové, talířové, hvězdicové a kývavé.

Válce

Válcování se provádí při předset'ové přípravě půdy nebo k utužení mrazem zvednutých ozimů. Pomocí válců se rozdrobí hroudy, urovná a utuží povrch pole nebo louky. Také válců existuje několik druhů, podle použitých nástrojů existují válce

hladké, rýhované, hřebové, kotoučové, kombinované, Crosskillské, hrudořezné nebo pěstovací atd.

Sběrače a drtiče kamení

Stroje pro odstraňování větších kamenů z polí nebo drcení menších kamenů. Technologie je sice časově a energeticky náročnější, avšak kameny v orniční vrstvě způsobují nižší výnosy a nelze opomenout i poškození strojů během zpracování půdy nebo sklizni plodin.

➤ *Rozmetadla tuhých statkových, tekutých a tuhých minerálních hnojiv.*

Technika hnojení zahrnuje nakládání, dopravu i rozmetání hnoje. Pro aplikaci se používají většinou traktorové návěsy nebo samojízdné stroje. Hnojením se rozumí doplňování živin do půdy a usměrňování výživy rostlin. Dochází ke zlepšení fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy (KUMHÁLA, 2007).

Rozmetadla tuhých statkových hnojiv

Používají se pro rovnoměrné rozhození chlévské mrvy nebo kompostu po povrchu pole. Podle rozmetacích mechanismů rozdělujeme rozmetadla na kotoučové, dopravníkové, cepové, bubnové a vrtulové.

Stroje na tekutá statková hnojiva

Stroj se skládá z cisterny a případně aplikátoru a slouží k rovnoměrnému rozstříku tekutých hnojiv. Tekutá hnojiva (kejda, močůvka) se aplikují prostým rozstříkem po povrchu půdy, pomocí aplikátoru na povrch půdy, podpovrchovým zapravením pomocí radličkového kypřiče nebo využitím štěrbinového vlečného aplikačního rámu mezi vzešlé rostliny.

Rozmetadla minerálních hnojiv

Tato rozmetadla se používají pro poměrně přesný rozptyl průmyslových hnojiv po pozemku. Jsou složeny ze zásobníku s dávkovacím zařízením a rozmetacího mechanismu. Podle připojení rozlišujeme rozmetadla na nesené, polo-nesené nebo samojízdné. Typy rozmetacích mechanismů jsou křídlové, šnekové, ježkové, řetězové talířové rotační, kývavé a pneumatické.

➤ ***Stroje pro setí a sázení***

Pro pravidelně rozmístění osiva nebo sadby slouží sečky a sazeče. Při setí a sázení je třeba pravidelně rozmístit osivo i sadbu tak, aby byly pro všechna semena nebo sadbu vytvořeny stejné a co nejlepší vegetační podmínky. Podle způsobu setí rozlišujeme sečky pro řádkové setí, se kterými se sejí obiloviny, olejnin a luskoviny a sečky pro přesný výsev určené pro setí řepy a kukuřice. Sečky mohou mít různé typy výsevních mechanismů: válečkové, lžičkové, motýlkové, pneumatické, přetlakové a odstředivé. Sazeče dělíme na automatické a poloautomatické, kde se ručně vkládá sadba a sazenice do sázecího mechanismu), a dále podle sázecích mechanismů na kotoučové a dopravníkové.

➤ ***Plečky a hrobkovače***

Tyto stroje mechanicky kypří půdu v porostu zejména za účelem odstranění plevelu a narušení půdního škraloupu. Existují plečky s pevnými nástroji (radličky) nebo pohyblivými poháněnými nástroji.

➤ ***Stroje pro ochranu rostlin***

Mezi tyto stroje se řadí postřikovače, rosiče, zmlžovače a poprašovače. Tato jednoúčelová technika aplikuje syntetické prostředky pro hubení škodlivých organismů k integrované (ekonomicky, ekologicky a toxikologicky přijatelné) ochraně rostlin. Podle typu připojení členíme stroje na ruční, nesené a návěsné, ale mohou být i samojízdné nebo letadlové.

➤ ***Stroje pro sklizeň pícnin***

Pícniny jsou velmi důležitým objemovým krmivem, které má rozhodující podíl na výrobě masa, mléka a mléčných výrobků. Protože jsou pícniny hmota živá, organická, vyžadují po posečení ještě další úpravu, po které může následovat krmení nebo skladování. Při sklizni je třeba zamezit ztrátám hmoty nebo stravitelných bílkovin a vitamínů. Podle konečného produktu používaného pro krmení lze sklizeň pícnin rozdělit na: zelené krmení, siláž, senáž, seno a moučka nebo granule (KUMHÁLA, 2007).

Žací stroje

Pro pokosení porostu se používají stroje s přímovratným pohybem nožů nebo s rotujícími noži. Strniště by po posečení mělo zůstat stejně vysoké a s co nejmenším poškozením.

Čechrače a mačkače

Tyto stroje narušují stonky rostlin, snadněji tím dochází k odpařování vody. Čechrače a mačkače jsou většinou součástí žacích strojů, někdy jsou však součástí samojízdných strojů.

Sklízeční řezačky

Stroje, které porost sečou a řezou na krátkou řezanku a poté dopravují do velkoobjemového vozu. Podle řezacího mechanismu rozlišujeme řezačky na **kolové**, používané u méně výkonných strojů připojených pomocí tříbodového závěsu za traktor, a **bubnové**, jež jsou převážně samojízdné. Sklízeční řezačky používají řádkový žací adaptér pro posečení porostu a následně přes vkladač putuje hmota do řezacího mechanismu.

Obraceče, shrnovače a pohrabovače

Pomocí obracečů se provádí obracení a načechrání píce za účelem rychlejšího vysychání rozprostřené píce, přitom by mělo docházet pouze k menšímu poškození rostlin pro odpaření vody a ne k odrolu a lámání.

Shrnovače pak slouží pro shrnutí píce do řádků, které se provádí jak za účelem částečného zapaření píce v noční době, tak pro nařádkování usušeného sena z důvodu jeho sběru a odvozu z louky. Přitom musí shrnout hmotu co nejšetrněji tak, aby nedošlo k vysokému odrolu cenných lístků od stébel.

Oba stroje mohou znečišťovat pícninu pouze minimálně a nesmí k pícnině přihazovat kameny.

Druhy strojů dle Kumhály (KUMHÁLA, 2007):

- vidlicový obraceč
- bubnový obraceč a shrnovač
- kolový obraceč a shrnovač
- rotorový obraceč nebo shrnovač

- dopravníkový obraceč a shrnovač
- paprskový obraceč a shrnovač
- prutový shrnovač a pohrabovač

Každý z těchto druhů pak má své výhody i nevýhody.

Sběrací vozy

Tyto stroje jsou určeny pro sběr, nakládku, pořezání a dopravu píce a slámy ležící na řádcích v zeleném i zavadlém stavu. Rovněž je lze použít k přepravě hmoty, např. od sklízecích řezaček. Vozy lze dovybavit i příčným dopravníkem a použít k zakládání krmiva do žlabů ve stájích. Nejčastěji jsou sběrací vozy řešeny jako jednoosé či dvojosé návěsy, pouze výjimečně jako samojízdné.

Sběrací lisy

Úkolem sběracích lisů je sebrat shrnuté řádky zavadlého nebo suchého stébelnatého materiálu a slisovat jej do homogenních balíků, avšak s možností seřiditelnosti velikosti balíků a slisovatelnosti.

Lisy rozlišujeme podle výsledného produktu na lisy pro výrobu hranolovitých balíků nebo válcových balíků, a dále podle způsobu zpracování hmoty na lisy tvořící balíky s utuženým nebo s neutuženým středem.

Stroje pro balení balíků

Navazují operačně na lisování a zabalují balíky do fólie. Mohou být řešené jako nesené vzadu na traktoru, přívěsné za traktorem nebo jsou součástí lisu.

Stroje pro manipulaci s balíky

Usnadňují manipulaci s malými balíky a umožňují sběr a manipulaci s velkými a těžkými balíky hranolovými i válcovými. Pracovními nástroji strojů na manipulaci s balíky jsou nakládací mechanismy, mechanismy pro posuv balíků na ložné ploše a ukládací mechanismy (KUMHÁLA, 2007).

➤ *Sklízecí mlátičky*

Mlátičky se používají pro plodiny sklizené na semeno. V průběhu sklizně se získává jednak zrno, které se okamžitě transportuje ke konzervaci, a jednak sláma, která se dále používá jako stelivo či doplňkové krmivo. V poslední době se však

častěji během sklizně přetváří na řezanku a volně rozhazuje po poli za sklízecí mlátičkou s cílem zanechat více živin na poli.

Podle způsobu pohonu rozlišujeme sklízecí mlátičky na traktorové a samojízdné, z nichž v drtivé většině se v praxi využívají mlátičky samojízdné. Sklízecí mlátička se skládá z pohonné jednotky, žacího a dopravního mechanismu, mláticího mechanismu, separačního mechanismu pro oddělení slámy a zbylého zrna, zásobníku zrna s vyprazdňovacím dopravníkem a drtiče slámy. Mláticí mechanismus členíme na axiální a tangenciální.

Sklízecí mlátičky se nejvíce používají ke sklizni obilovin, avšak pomocí nasazení speciálních adaptérů či seřízení mlátičky je lze použít například i pro sklizeň řepky, slunečnice nebo máku.

Kvalita práce sklízecích mlátiček podstatně ovlivňuje celkový ekonomický efekt zemědělského výrobního procesu. Při nekvalitní práci může docházet ke ztrátě nebo poškození zrna.

➤ *Stroje pro posklizňovou úpravu zrna*

Na sklizeň plynule navazuje posklizňová úprava zrna zahrnující přejímku od sklízecí mlátičky, krátkodobou konzervaci, sušení, čištění a třídění a skladování.

Čističky a třídíčky

Provádí čištění a třídění zrna podle rozměru nebo tvaru semen (např. roztřídění hrachu a ovsu). Patří sem síta a triéry, překulovače, vzduchové, elektromagnetické a rentgenové třídíče.

Sušičky zrna

Pro snížení vlhkosti zrna na požadovanou hodnotu se před skladováním dosušují semena v různých, nejčastěji průchodových sušičkách.

➤ *Speciální stroje pro sklizeň plodin*

Stroje pro sklizeň lnu

Úkolem sklízecího lnu přadného je vytrhnout rostlinu i s kořenem, očesat a položit kolmo ke směru jízdy. K obracení lnu v řádcích pak slouží obraceče, obracení se

provádí několikrát za účelem tzv. rosení. Ke sklizni semen pro výrobu lněného oleje je používán jiný druh sklízeče a technika sklizně je podobná jako u ostatních sklízecích mlátiček.

Stroje pro sklizeň a skladování brambor a řepy

Mezi činnosti těchto strojů patří likvidace porostu, sklizeň hlíz resp. bulvy a posklizňová úprava brambor s cílem co nejmenšího poškození hlíz/bulvy během sklizně, manipulace a skladování. Sklizeň může být buď jednofázová (kombinovaným sklízečem) nebo dělená.

Stroje pro pěstování a sklizeň chmele, ovoce a zeleniny

Pro pěstování chmele se používají stroje obvyklé pro ostatní zemědělské plodiny, a pak také speciální stroje k zavěšování chmelovodů, zavádění chmele a průklest stromů.

Mezi tyto stroje patří např. strhávače chmele, česačky chmele, setřásače ovoce, dále sklízeče vinné révy, rybízu, jahod, zelí nebo kořenové zeleniny.

V dnešní době je k dispozici široká paleta strojů na zpracování půdy a setí, které lze využít v systémech konzervačního zpracování půdy bez orby. Patří sem různé typy kypřičů pro mělké zpracování půdy, které mohou být vybaveny buď talířovými, nebo radličkovými pracovními nástroji nepoháněnými. Dále se zde můžeme setkat s různými typy prutových bran, které lze také použít pro mělké kypření povrchu půdy. Kromě strojů s nepoháněnými pracovními nástroji je možné pro zpracování půdy v bezorebných systémech využít i stroje s poháněnými pracovními nástroji a stroje pro hlubší kypření bez obracení půdy.

V bezorebných systémech zpracování půdy nalezneme skupiny kypřičů s různým konstrukčním systémem, které vykazují určitou univerzálnost, neboť je lze využít jak v klasických technologiích zpracování půdy s orbou, kde nacházejí uplatnění jako podmítače, tak v systémech bezorebných, kde se využívají pro mělké kypření. V této skupině se však vyčleňují určité typy kypřičů, které jsou vyvinuty právě pro použití v systémech bez orby a umožňují následné kvalitní založení porostu. Hlavním požadavkem na stroje a strojní soupravy pro mělké zpracování půdy je vysoká plošná

výkonnost, která umožňuje dodržet zásadu včasnosti pracovních operací zpracování půdy a setí v optimálních agrotechnických termínech s ohledem na stav půdy a průběh počasí.

Stroje pro předset'ovou přípravu půdy mají vůči pluhům menší tahový odpor. Aby byla využita tažná síla traktoru, je třeba zvětšit záběr soupravy, nebo sestavit několik různých strojů za sebe. Tím se při jedné jízdě vykoná současně několik operací a sníží se počet jízd. Jednotlivé stroje se mohou umístit i do společného rámu, čímž vznikne kombinovaný stroj.

V posledních letech se v zemědělské praxi klade stále větší důraz na ekonomiku hospodaření a šetrné postupy zemědělské činnosti pro životní prostředí. S tím souvisí snižování nákladů, zvyšování produktivity práce, zvyšování výkonů strojů. Je samozřejmé, že každý region a každý stát má specifické podmínky pro provoz techniky, a tak ne všude je možné nejvýkonnější a největší verze strojů provozovat. Dále se do sféry zemědělských strojů stále více dostávají elektronické kontrolní a řídicí systémy, dříve používané v automobilovém průmyslu a dalších „čistých“ výrobních a provozních odvětvích. Právě elektronické řídicí systémy umožňují eliminovat negativní dopady na životní prostředí. Tím se dále minimalizují vstupy do zemědělské produkce. Všechna opatření směřující k dosažení produkce zdravějších potravin se musí vzájemně sladit tak, aby byla podpořena přirozená odolnost plodin, udržena úrodnost půdy a chráněna rozmanitost živočišných i rostlinných druhů.

Jako souhrnný termín pro moderní trendy ve vývoji zemědělské techniky s využitím elektronických kontrolních a řídicích prvků se používá označení „Systém precizního zemědělství“. Ve výzkumu zaměřeném na precizní zemědělství je kladen velký důraz na snižování množství hnojiv a chemikálií, což vede ke snížení nákladů i ekologického zatěžování životního prostředí, ovšem existují i další faktory přispívající k celkové výši nákladů zemědělské produkce. Jedna z hlavních částí těchto nákladů jsou náklady na strojní práce v zemědělství. V podmínkách vyspělého zemědělství přitom představují ceny strojní práce 35-50 % celkových fixních nákladů. Jestliže bude mechanizace využívána efektivněji, může to prvovýrobcům přinést podstatné úspory nákladů.

Jednoznačně nejdůležitějším a nejpoužívanějším strojem v rostlinné výrobě je traktor. Moderní traktory bývají osazeny různými snímači, které sledují pracovní parametry jako např. otáčky motoru traktoru, rychlost otáčení kol, pojezdovou rychlost traktoru při práci, spotřebu paliva, sklon obdělávaného pozemku atd. To vše a se spoustu dalšími sledovanými parametry lze použít k mapování provozních parametrů traktorů, což dovoluje vypočítat ceny produkce na základě prostorové proměnlivosti pozemku, účinnost práce traktoru a poskytnout místně proměnnou informaci o potenciálu pozemku. Výsledky z provedených průzkumů ukázaly, že při použití získávaných informací lze dosáhnout významných úspor ceny práce traktoru. Uvádí se, že prokazatelná úspora nákladů může být např. 150 Kč/ha při podmítce strniště radličkovým kypřičem.

Také proto se v posledních letech začala využívat navigace pomocí GPS pro navazování pracovních jízd při setí, hnojení, ochraně rostlin a dalších strojů. To umožňuje pracovat s těmito stroji i v noci. Družicové navádění nahrazuje použití pěnových značkovačů a znamének.

3.2 Rozhodování

Rozhodování dle Fotra (FOTR, a další, 1994) obecně představuje jednu z nejvýznamnějších činností manažerů, někdy se chápe jako určité jádro řízení. Význam rozhodování se projevuje v tom, že kvalita a výsledky těchto procesů ovlivňují zásadním způsobem fungování, efektivnost a prosperitu organizací jak ve státním tak v soukromém sektoru. Rozhodování je vázáno na finanční prostředky, které jsou na něj vyčleněny a o kterých se rozhoduje. Neodborné či chybné rozhodování vede ke hmotné ztrátě.

Rozhodovací procesy (BROŽOVÁ, a další, 2003) chápeme jako proces řešení rozhodovacích problémů, tj. problémů s více (alespoň dvěma) variantami řešení. Základním atributem rozhodování je proces volby (posuzování jednotlivých variant, výběr rozhodnutí). Z toho vyplývá, že problémy s jediným řešením nejsou rozhodovacími problémy.

Etapy (fáze) rozhodovacích procesů dle Fotra (FOTR, a další, 1994):

1. identifikace rozhodovacích problémů (získávání, příprava, analýza a vyhodnocení informací o problému a jeho okolí, které inicializují zahájení rozhodovacího procesu)
2. analýza a formulace rozhodovacích problémů (přesná formulace rozhodovacího problému)
3. stanovení kritérií hodnocení variant (upřesnění kritérií, podle kterých se budou hodnotit navržené varianty)
4. tvorba variant řešení rozhodovacích problémů (v této etapě jde o proces s vysokými nároky na tvůrčí aktivity, výsledkem je nalezení a formulace směrů činnosti, které zajišťují dosažení cílů daného problému)
5. stanovení důsledků variant rozhodování (zjištění předpokládaných účinků jednotlivých variant rozhodování z pohledu zvolených kritérií)
6. hodnocení důsledků variant rozhodování a výběr varianty určené k realizaci (výsledkem může být optimální varianta nebo uspořádání variant podle celkové výhodnosti)
7. realizace zvolené varianty rozhodování (praktická realizace rozhodnutí)
8. kontrola výsledků realizované varianty (stanovení odchylek skutečně dosažených výsledků ke stanoveným cílům)

V některých případech se za rozhodovací proces považuje pouze jeho prvních šest etap. Volba varianty určené k realizaci (optimální varianta) se pak považuje za závěrečnou etapu rozhodovacího procesu.

Základní prvky rozhodovacího procesu dle Fotra (FOTR, a další, 1994): cíl rozhodování, subjekt a objekt rozhodování, kritéria hodnocení, varianty rozhodování a jejich důsledky, stavy světa.

Cíle rozhodování chápeme jako stav, kterého se má řešením rozhodovacích problémů dosáhnout. Z pohledu řešení rozhodovacích problémů, je důležitá forma vyjádření cílů:

- číselné (kvantitativní) – objektivně měřitelné
- slovně popisné (kvalitativní) – nelze objektivně měřit, jsou subjektivně hodnocené (odhadnuté)

Jako aspirační úrovně cílů se označují hodnoty cílů, které se mají dosáhnout řešením rozhodovacího problému (FOTR, a další, 1994).

Subjekt rozhodování chápeme jako osobu nebo skupinu osob, která vybírá (rozhoduje, volí) variantu určenou k realizaci. Subjekt rozhodování bývá často nazýván pojmem rozhodovatel.

Objekt rozhodování chápeme jako předmět řešení (oblast organizační jednotky), jehož se rozhodování týká.

Kritéria hodnocení chápeme jako hlediska zvolená rozhodovatelem na základě hodnotové soustavy státní organizace, podniku nebo soukromé firmy, která slouží k posouzení výhodnosti jednotlivých hodnocených variant.

Kritéria, podle nichž je vybírána nejvýhodnější varianta, se dělí podle různých hledisek.

Podle povahy:

- **kritéria maximalizační:** při rozhodování se vychází z toho, že nejlepší varianty podle tohoto kritéria mají nejvyšší hodnoty
- **kritéria minimalizační:** opak maximalizační, nejlepší varianty mají nejnižší hodnoty

Podle kvantifikovatelnosti:

- **kritéria kvantitativní:** hodnoty variant podle takovýchto kritérií jsou tvořeny objektivně měřitelnými údaji, proto se také tato kritéria nazývají objektivními
- **kritéria kvalitativní:** u těchto kritérií nemůžeme hodnoty variant, velmi často jde o hodnoty, které subjektivně odhadneme. V těchto případech použijeme různých bodovacích stupnic nebo použijeme relativní hodnocení variant

Podle preferencí hodnot:

- **kritéria nákladového typu** (preferance nižších hodnot)
- **kritéria výnosového typu** (preferance vyšších hodnot)

Varianty rozhodování chápeme jako možný způsob jednání rozhodovatele, který má vést k řešení daného problému respektive ke splnění stanovených cílů.

Pojem varianta chápeme jako konkrétní rozhodovací možnost, předmět vlastního rozhodování (BROŽOVÁ, a další, 2003).

Přípustná varianta je taková, která je uskutečnitelná (není tedy logickým nesmyslem). Nalezení varianty je cílem, kdy by tato varianta podle všech kritérií dosáhla nejlepšího ohodnocení. Všechna námi vybraná kritéria jsou maximalizačního typu, čím je vyšší hodnota, tím je varianta lépe hodnocena. Na tento standardní tvar můžeme převést každou úlohu vícekritériálního hodnocení variant.

Nedominovaná (Paretovská) varianta – neexistuje v množině variant jiná varianta, lépe hodnocená alespoň podle jednoho kritéria a ne hůře podle ostatních kritérií

Dominovaná varianta – existuje varianta, která dosahuje vždy lepšího hodnocení

Ideální varianta – hypotetická nebo reálně existující varianta, jež dosahuje ve všech kritériích nejlepší možné hodnoty

Bazální varianta – všechny její hodnoty jsou na nejnižším stupni

Kompromisní varianta – varianta, která bude vybrána jako nejvhodnější, rozhodnutí je kompromisem (FIALA, a další, 2006).

3.2.1 Historie vícekritériálního rozhodování

Nutnost respektovat při rozhodování různá a často protichůdná kritéria je reflektována již v nejstarších dochovaných filozofických textech. Do popředí vystupuje tento problém tím více, čím vzdálenější je autorovi dogmatismus a ideologická netolerance. V souvislosti s ekonomickými úvahami poprvé explicitně formuloval problém vícekritériálnosti při posuzování stavu ekonomických systémů italský ekonom a sociolog Vilfredo Pareto (kolem roku 1896). Odtud se také odvozuje později zavedený termín paretovská optimalita nebo paretovské hranice, označující jistý druh optimality ve vícekritériálních úlohách.

K teorii vícekritériálního rozhodování významně přispěl T. C. Koopmans, nositel Nobelovy ceny za ekonomii z roku 1975 (cenu obdržel společně s L. V. Kantorovičem). Kolem roku 1960 se objevuje disciplína nazvaná cílové programování, zabývající se hledáním výrobních programů, vyhovujících současně několika předem zadaným cílům. O několik let později vycházejí i první knižní díla, věnovaná zcela problémům vícekritériálního rozhodování. Počínaje rokem 1972 se

pořádají o vícekriteriálním rozhodování pravidelně velké mezinárodní vědecké konference a řada konferencí místního významu. Problematice vícekriteriálního rozhodování se věnuje řada vědeckých časopisů, přitom časopis Multi-Criteria Decision Analysis se věnuje výhradně uvedené problematice. Odborníci pracující v oblasti vícekriteriálního rozhodování jsou sdruženi v mezinárodní organizaci International Society on Multiple Criteria Decision Making (FIALA, a další, 1994).

3.2.2 Vícekriteriální metody rozhodování

Předpokladem rozhodování základních modelů je to, že rozhodující subjekt porovnává varianty vždy podle jediného hodnotícího kritéria. Při většině reálných rozhodovacích situací se však rozhodujeme podle více kritérií. Zahrneme-li tuto skutečnost do modelu, znamená to, že se přiblížíme realitě a máme daleko větší naději na implementaci nalezeného rozhodnutí, ale zároveň to přinese určité komplikace, když zahrneme všechny informace do modelu a pro nalezení rozhodnutí které je kompromisní a jenž by odráželo vliv všech rozhodovacích kritérií (FIALA, a další, 2006).

Vícekriteriální metody hodnocení představují velmi rozšířený nástroj na podporu rozhodování, přičemž vychází ze dvou základních pojmů:

Alternativa – nabídka možností řešení určitého problému

Kritérium – určitá charakteristika alternativ

Cílem vícekriteriálních metod rozhodování je vybrat na základě stanovených kritérií řešení problému. V tomto směru lze rozlišit několik druhů řešení z hlediska výběru.

Ideální řešení je takové řešení, jehož hodnoty všech kritérií řešení jsou nejlepší možné. Takové řešení však v reálu většinou neexistuje, a proto je definováno tzv. **funkčně-efektivní (PARETO) řešení**. Pro takové řešení platí, že neexistuje alternativa, která by měla všechny atributy stejně dobré a nejméně jeden lepší. Konečně je možné se setkat rovněž s **uspokojivým řešením**, tj. řešením, které uspokojuje požadavky rozhodování, ale nemusí být funkčně-efektivní.

V případě vícekriteriálního rozhodování dělíme jeho úlohy na dvě skupiny podle toho, jak můžeme definovat množinu rozhodovacích variant. Jsou-li varianty určeny jejich konkrétním seznamem, pak mluvíme o úlohách vícekriteriálního hodnocení variant. Varianty mohou být ale určeny i soustavou omezujících podmínek stejně, jako je tomu v úlohách matematického programování. Pokud se tak stane, pak tyto úlohy označíme jako úlohy vícekriteriálního programování, pokud je splněna podmínka linearity všech funkcí, které jsou obsaženy v modelu, tak jako úlohy vícekriteriálního lineárního programování (JABLONSKÝ, 2007).

3.2.3 Vícekriteriální analýza variant

Oblasti aplikace úloh vícekriteriální analýzy variant mohou být velmi rozmanité. Je to dáno mimo jiné i skutečností, že formulace úlohy tohoto typu je srozumitelná v podstatě pro každého.

U vícekriteriálního rozhodování jsou množiny variant popsány explicitně konečným seznamem variant, jež jsou vyjádřeny ohodnocením podle úrovně jednotlivých kritérií, které vyjadřují obsah informace. Informace však mohou mít různou formu. Cílem může být nalezení množiny „dobrých“ variant, nalezení variant, která by podle všech kritérií dosáhla co nejlepšího ohodnocení, nebo uspořádání všech variant. Jedním z nejdůležitějších problémů bývá agregace dílčích pohledů, podle jednotlivých kritérií, do globálního pohledu, z hlediska všech kritérií současně. To je velmi často subjektivní záležitost a neobejde se bez dodatečné informace o důležitosti kritérií. Informace o důležitosti kritérií může být vyjádřena buď v **ordinální formě** pořadím důležitostí kritérií, nebo ji můžeme vyjádřit pomocí **kardinální formy** pomocí vah kritérií. Při řešení vícekriteriálních modelů se uvažují dva subjekty: **rozhodovatel**, který využívá modelu a poskytovaných doporučení pro podporu svého rozhodování, a **analytik**, který zpracovává preferenční informace od rozhodovatele a předkládá rozhodovateli doporučení. Analytik bývá často ve formě systému pro podporu rozhodování (FIALA, a další, 2006).

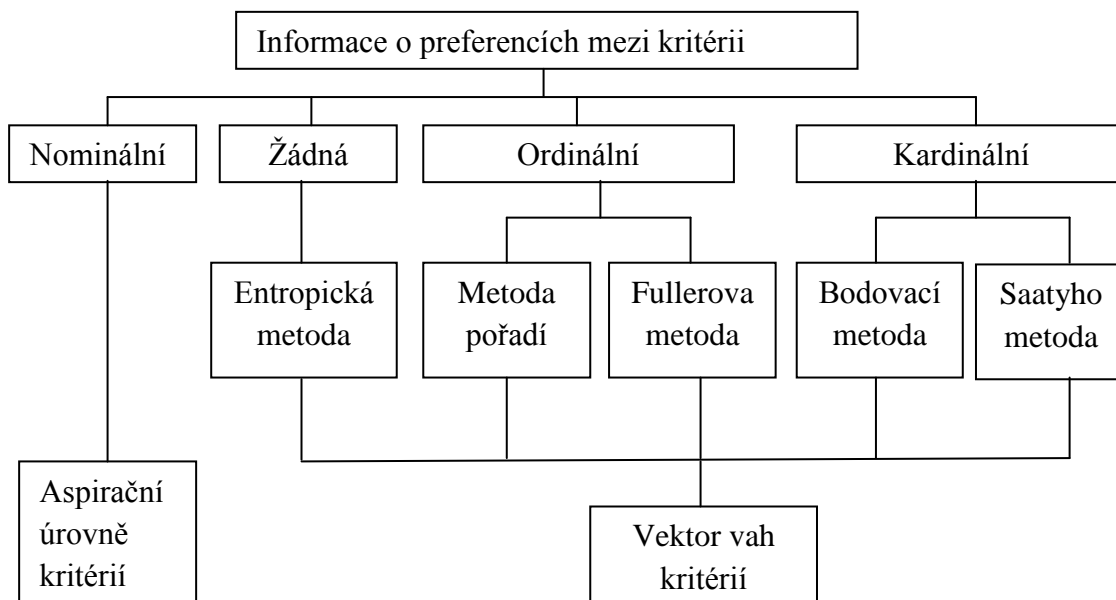
U modelů vícekritériálního hodnocení variant je úloha zadána **seznamem variant** $A = \{a_1, a_2, \dots, a_p\}$, **seznamem kritérií** $F = \{f_1, f_2, \dots, f_k\}$ a hodnocením variant podle jednotlivých kritérií ve tvaru tzv. **kritériální matice** (FIALA, a další, 2006):

$$Y = \begin{matrix} & f_1 & f_2 & \dots & f_k \\ a_1 & y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1k} \\ a_2 & y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2k} \\ & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_p & y_{p1} & y_{p2} & \dots & y_{pk} \end{matrix}$$

Kritériální matice – forma zadání variant ve tvaru zadaných seznamu variant a seznamu kritérií.

3.2.4 Metody stanovení vah kritérií

Přiřazení vah je jeden ze základních úkolů při řešení vícekritériálních úloh. Váha kritéria vyjadřuje číselný odraz jeho významnosti, tedy důležitost pro sledovanou situaci. Její přesné určení bývá většinou velmi obtížné, proto nezřídka kdy využíváme jednu z následujících metod (doporučuje se, aby součet vah byl roven jedné). (BROŽOVÁ, a další, 2003).



Obrázek 1- Metody kvalifikace preferencí mezi kritériii (BROŽOVÁ, a další, 2003)

(FIALA, a další, 1994) uvádí, že existují tři přístupy, jak modelovat preference mezi kritérii a s tím související požadavky na typy informací. Vyjádřit důležitost jednoho kritéria v porovnání s ostatními.

Aspirační úrovně kritérií

Představují hodnoty, jichž by měla alespoň jedna varianta hodnocená podle daných kritérií dosáhnout. V případě změny aspirační úrovně rozhodovatel upřesňuje své preference tak, aby výsledkem mohla být kompromisní alternativa (FIALA, a další, 1994).

Ordinální informace

Ordinální informace umožňují uspořádat kritéria dle důležitosti. Přičemž několik kritérií může být stejně hodnocených (BROŽOVÁ, a další, 2003).

Váhy kritérií (kardinální informace)

Většina metod vícekritériálního rozhodování vyžaduje informaci o relativní důležitosti jednolitých kritérií, kterou můžeme vyjádřit pomocí vektoru vah kritérií (FIALA, a další, 1994).

Platí pravidlo, čím je kritérium důležitější, tím je vyšší i jeho váha. Váhy bývají nenormované nebo normované. Normované váhy mají v součtu hodnotu jedna.

- ***Metoda pořadí***

Je velice jednoduchá, je založená na seřazení parametrů. Vyžaduje pouze ordinální informaci. Toto seřazení se provádí určením místa kritéria v pořadí, nejdůležitějšímu kritériu je přiřazeno první místo - hodnota k (k je počet kritérií), nejméně důležité je ohodnoceno číslem jedna. Nevýhodou této metody je, že nepostihuje rozdílnost v intenzitě důležitosti jednotlivých kritérií (JABLONSKÝ, 2007).

Pokud označíme hodnotu přiřazenou i -tému kritériu symbolem p_i , potom můžeme získat odhad váhy tohoto kritéria takto (JABLONSKÝ, 2007):

$$v_i = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^k p_i}$$

kde: v_i ... normovaná váha i -tého kritéria

p_i ... počet označení

- ***Bodovací metoda***

Tato metoda je podobná metodě pořadí. Zde se kritéria řadí podle zvolené známkovací stupnice, například od 1 do 10, čím je kritérium důležitější, tím je známka ohodnocení vyšší. Znamky jsou přiřazovány podle důležitosti kritérií, nejvyšší hodnotu mají nejvýznamnější kritéria, přičemž je možné přiřadit stejnou známku více kritériím. Vzorec je stejný jako u metody pořadí, přičemž p_i představuje bodové ohodnocení a nahrazuje počet označení. Na rozdíl od metody pořadí tento postup umožňuje diferencovanější vyjádření subjektivních preferencí (JABLONSKÝ, 2007).

- ***Alokační metoda***

Občas bývá nazývána metodou alokací 100 bodů nebo také Metfesselova alokace. Rozhodovatel má k dispozici 100 bodů, což lze chápat také jako procenta, které rozdělí mezi jednotlivá kritéria podle jejich významnosti. Základem je postupné rozdělení celkového počtu bodů na hlavní kategorie a dále na jednotlivá kritéria, jedná se o další metodu, která je založena na stejném principu jako bodovací metoda, je rychlá, ale výsledek bývá silně subjektivní (FOTR, a další, 2000).

- ***Metoda párového hodnocení***

Tento postup je založen na vzájemném porovnávání všech kritérií. Srovnání se provádí v tzv. Fullerově trojúhelníku. Hodnotitel tímto způsobem z každé dvojice vybere preferované kritérium (je možné označit obě). Rozhodovateli se předloží trojúhelníkové schéma, jehož dvojřádky tvoří dvojice pořadových čísel uspořádaných tak, že se každá dvojice kritérií vyskytne právě jedenkrát (FIALA, a další, 1994).

Zvýraznění vybraného kritéria se provede například zakroužkováním. Tato metoda je vhodná pro větší počet kritérií a snižuje subjektivní chyby rozhodovatele.

Fullerův trojúhelník má následující schéma:

$$\begin{array}{cccccc}
 1 & 1 & 1 & . & . & 1 \\
 2 & 3 & 4 & . & . & k \\
 \hline
 & 2 & 2 & . & . & 2 \\
 & 3 & 4 & . & . & k \\
 \hline
 & & . & . & . & k \\
 & & & & k-2 & k-2 \\
 & & & & k-1 & k \\
 \hline
 & & & & k-1 & \\
 & & & & k &
 \end{array}$$

Obrázek 2 - Fullerův trojúhelník (BROŽOVÁ, a další, 2003)

Výhodou této metody je jednoduchost vyžadované informace od uživatele. Po úpravách můžeme připustit i situace, že některá kritéria jsou stejně důležitá, nebo nesrovnatelná. V případě že chceme vyloučit váhy s nulovou hodnotou, zvýšíme každý počet zakroužkovaných čísel o jedničku a poté podobným způsobem zvýšíme i hodnotu jmenovatele ve vzorci.

- **Saatyho metoda**

Saatyho metoda je jedna z nejpoužívanějších metod k určení vah kritérií, když hodnotí pouze jeden hodnotitel (expert). Je to metoda kvantitativního párového porovnání kritérií (RAMÍK, 1999).

Pro hodnocení párových porovnání kritérií se používá 9 bodová stupnice (BROŽOVÁ, a další, 2003):

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

Mezistupně (hodnoty 2, 4, 6, 8) lze použít, pokud základní bodová stupnice nedostačuje.

Hodnotitel porovnává každou dvojici kritérií a velikosti preferencí i -tého kritéria vzhledem k j -tému kritériu, vše zapíše do Saatyho matice $S=(s_{ij})$ (BROŽOVÁ, a další, 2003).

$$S = \begin{bmatrix} 1 & S_{12} & \dots & S_{1n} \\ 1/S_{12} & 1 & \dots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/S_{1n} & 1/S_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Matice je čtvercová řádu $n \times n$ a reciproční, tj. platí: $s_{ij} = 1 / s_{ji}$. Na diagonále Saatyho matice jsou vždy hodnoty 1, protože kritéria jsou sobě rovnocenná. Do políček matice se zapisuje hodnota ze Saatyho stupnice, podle toho o kolik je kritérium v řádku preferováno před kritériem ve sloupci. V opačném případě, kritérium ve sloupci je preferováno před kritériem v řádku, se zapisuje převrácená hodnota.

Dále následuje výpočet vah, Saaty navrhl několik početně jednoduchých způsobů. Nejčastěji se používá postup výpočtu vah – normalizovaný geometrický průměr řádků Saatyho matice ze vztahů:

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

b_i ... geometrický průměr řádků Saatyho matice

Váhy vypočteme normalizací hodnot b_i

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

Saatyho metodu můžeme využít i pro stanovení preferencí mezi variantami, a to pomocí analýzy původní úlohy (BROŽOVÁ, a další, 2003).

Celkové ohodnocení variant se stanoví váženým součtem dílčích ohodnocení variant jednotlivých kritérií a jsou přepočítána tak, aby jejich součet se rovnal jedné. Po sestavení matice kritérií nebo variant je nutné vypočítat tzv. konzistenční poměr, který potvrzuje nebo naopak vyvrací smysluplnost sestavených matic. Konzistenční poměr (CR) je definován vztahem:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

CRkonzistenční poměr

CIkonzistenční index

RInáhodný konzistenční index

Pro konzistenci matice platí $CR < 0,1$.

Konzistenční index je pak dán vztahem:

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - m)}{m - 1}$$

λ_{\max} ...maximální vlastní číslo matice

mpočet kritérií

3.2.5 Metody hodnocení variant

Z pohledu výpočetního principu rozdělujeme metody hodnocení variant podle toho, jaké metody využívají.

Základní výpočetní přístupy metod vícekritériálního hodnocení variant:

- maximalizace užitku
- minimalizace vzdálenosti od ideální varianty
- vyhodnocování variant na základě preferenční relace (FIALA, a další, 2006)

Podle typu informace o kritériích dělíme metody hodnocení variant na metody pracující s nominálními, ordinálními a kardinálními informacemi (jednotlivé pojmy vysvětleny výše).

Existuje několik metod hodnocení variant, níže jsou uvedeny pouze některé, zejména metody, které budou použity v praktické části.

- **Konjunktivní metoda**

Metoda založená na práci s nominální informací o preferencích mezi kritérii, jejichž důležitost je vyjádřena aspirační úrovní kritérií. Na základě této metody se rozdělí varianty na „akceptované“ (mají stejné či lepší kritériální hodnoty než nastavené meze) a „neakceptované“ (horší kritériální hodnoty) (BROŽOVÁ, a další, 2003).

Množinu akceptovatelných variant určíme tak, že připustíme pouze varianty, které splňují všechny aspirační úrovně.

$$M = \{a_i | y_{ij} \geq z_j \text{ pro všechna } j = 1, \dots, n\}$$

kde z_j je minimální požadované hodnocení varianty podle j -tého kritéria (aspirační úroveň kritéria j).

Jsou-li požadavky vyjádřené aspiračními úrovněmi příliš vysoké, přísné, bude množina akceptovatelných variant prázdná. V takovém případě je nutno snížit požadavky, uvolnit požadované aspirační úrovně a naopak, jsou-li požadavky příliš volné, bude množina akceptovatelných variant příliš rozsáhlá. Máme-li vybrat několik málo nebo jen jednu variantu, musíme zadat nové přísnější aspirační úrovně (BROŽOVÁ, a další, 2003).

- **Metoda váženého součtu**

Pod názvem WSA (Weighted Sum Approach) často také označujeme metodu váženého součtu. Tato metoda je založena na konstrukci lineární funkce užitku na stupnici od 0 do 1. Užitek nula podle daného kritéria bude mít nejhorší varianta, nejlepší varianta užitek 1 a užitek ostatních variant bude mezi oběma krajními hodnotami, ať už se bude blížit k nižší či vyšší hodnotě. Znamená to, že pokud použijeme tuto metodu, musíme nahradit prvky y_{ij} vstupní kritériální matice hodnotami y_{ij}' , které budou představovat užitek varianty X_i při hodnocení podle kritéria Y_j . Hodnoty y_{ij}' lze získat pro maximalizační kritéria podle následujícího vztahu:

$$y_{ij}' = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j},$$

kde D_j je nejnižší (při maximalizaci tedy nejhorší) a H_j nejvyšší (při maximalizaci nejlepší) kritériální hodnota Y_j .

Celkový užitek varianty X_i pak můžeme vypočítat jako vážený součet dílčích užiteků podle jednotlivých kritérií (JABLONSKÝ, 2007):

$$u(X_i) = \sum_{j=1}^k v_j y_{ij}'$$

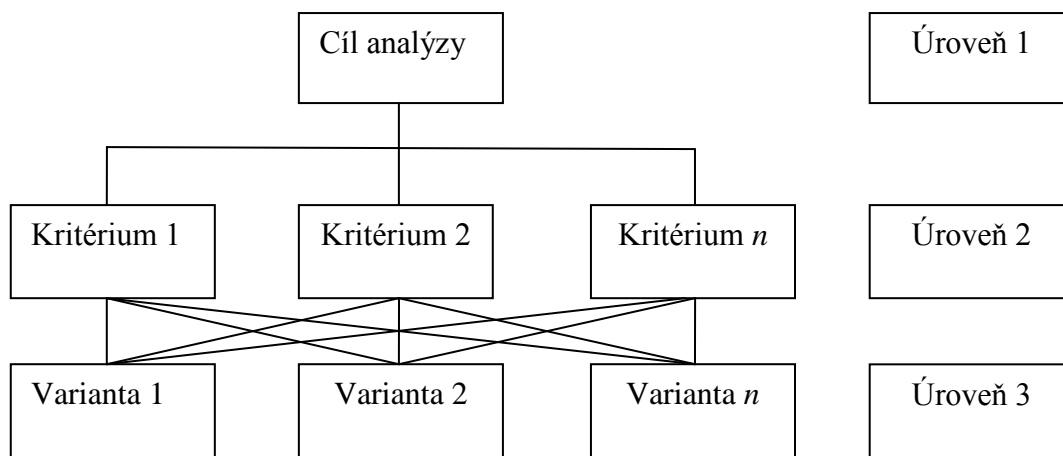
- **Metoda TOPSIS**

Při použití metody TOPSIS použijeme výběru varianty, která je nejbliže tzv. ideální variantě, tj. variantě, která je charakterizována vektorem nejlepších kritériálních hodnot, a současně nejdále od tzv. bazální varianty. Při použití metody TOPSIS předpokládáme, že všechna kritéria jsou maximalizačního typu. Minimalizační kritérium lze přetransformovat na maximalizační tím způsobem, že nové kritérium bude vyjadřovat rozdíl oproti nejhorší kritériální hodnotě – tudíž nejvyšší hodnotě (JABLONSKÝ, 2007).

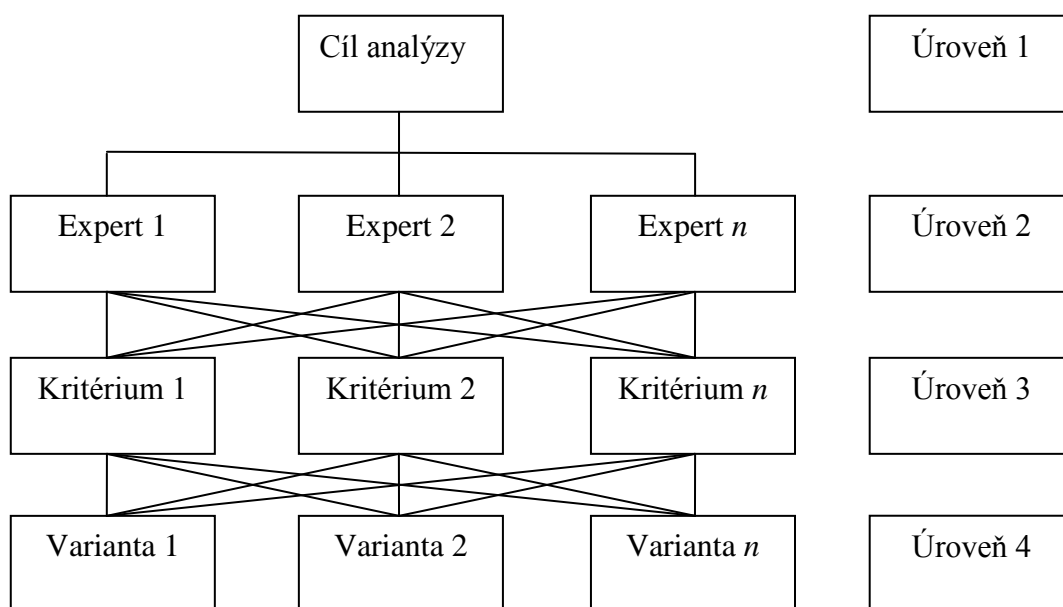
- **Metoda AHP (analytický hierarchický proces)**

Metoda AHP (Analytic Hierarchy Process) patří mezi nejpoužívanější nástroje pro podporu rozhodování. Byla vyvinuta Thomasem L. Saatym na univerzitě Wharton School of the University v Pensylvánii, USA. Tato metoda využívá principu párového porovnání prvků na jednotlivých úrovních hierarchické struktury (JABLONSKÝ, 2007).

Pod pojem hierarchická struktura (model daného rozhodovacího problému) se rozumí lineární struktura, která obsahuje určitý počet úrovní. Každá úroveň pak zahrnuje několik konkrétních prvků. Jednotlivé úrovně hierarchické struktury jsou uspořádány od obecného prvku ke konkrétnímu. Mezi prvky jednotlivých, po sobě následujících úrovní existují určité vazby (RAMÍK, 1999).



Obrázek 3 – metoda AHP (BROŽOVÁ, a další, 2003)



Obrázek 4 - metoda AHP pro hodnocení více experty (BROŽOVÁ, a další, 2003)

Ve složitějších rozhodovacích úlohách roste počet prvků a celková komplexnost narůstá natolik, že je problém se v úloze zorientovat. Jako praktický nástroj k řešení těchto komplikovaných úloh tohoto problému rozvinul prof. Saaty metodu AHP. Tato metoda se dá popsat jako rozklad složité nestrukturované situace na jednodušší části, tzv. hierarchický systém, a poté subjektivním hodnocením párového porovnávání přiřadit jednotlivým komponentům číselné hodnoty vyjadřující jejich relativní důležitost. Syntézou těchto hodnocení se získá komponenta s nejvyšší prioritou. Metoda kombinuje deduktivní a induktivní přístup, kdy analyzuje strukturu prvků a

jejich vztahů, zobecní výsledek pro celý systém a řeší fungování systému jako celku v rámci jeho okolí a v jednotném rámci. Způsob párového porovnání prvků na nejbližší nižší úrovni hierarchie a odvození jejich preferencí z matice párových porovnání je stejný jako u Saatyho metody. Pro postup rozdělování počáteční intenzity pro užitek variant platí, že jejich součet pro všechny varianty se rovná jedné.

Přestože máme sestaven hierarchický model s kritérii a variantami, mohou stále přetrvávat pochybnosti, zda je sestaven správně. V tomto případě lze sestavit alternativní model. Je-li pak jedna varianta lepší z různých úhlů pohledů, máme jistotu, že jsme našli správný typ pro optimální variantu rozhodnutí (RAMÍK, 1999).

Hlavní výhodou použití metody AHP je to, že je přístupná rozhodovateli, který může používat pro vyjádření svých preferencí verbální stupnice a dále další výhodou je použitelnost pro řešení široké škály rozhodovacích úloh. Nevýhodou naopak zůstává, že je od rozhodovatele vyžadováno značné množství informací nutných k výpočtu (JABLONSKÝ, 2007).

4. PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části této diplomové práce si předvedeme způsob výběru nejvhodnějšího zemědělského stroje pomocí vícekriteriálního rozhodování dle stanovených podmínek zadavatele.

Vícekriteriální analýza je způsob **porovnání a vyhodnocení více variant** za pomoci různých kritérií, jež jsou používána jako měřítka pro srovnání a mohou mít různé jednotky. V našem případě budeme **variantou** rozumět výběr vhodného **radličkového kypříče (podmítače)**.

Radličkové kypříče se v posledních letech používají při tzv. konzervačním zemědělství jako náhrada za klasickou orbu, a to zejména z ekonomických důvodů. Slouží jako první podmínití půdy po sklizni k přerušení kapilarity v půdě s cílem zabránit odpařování vody, eliminaci plevelů, rostlinných chorob a zapravení sklizňových zbytků do půdy. Zejména v tzv. minimalizačních technologiích je podmínka jediným agrotechnickým zásahem, který zajišťuje vytvoření seťového lůžka a významně tak ovlivňuje budoucí úrodu. Existují i hloubkové kypříče, které díky robustnější konstrukci a osazením s dlátovitými radličkami umožňují také hlubší prokypření půdy až do hloubky 35 cm. Nalezení vhodného kypříče tohoto typu na základě požadavků zadavatele je předmětem druhé části této diplomové práce.

Před výběrem nejvhodnější metody vícekriteriálního rozhodování je třeba si ujasnit, kolik expertů se bude podílet na rozhodování, zdali máme nalézt jednu optimální variantu nebo seřadit varianty od nejlepší po nejhorší, přičemž by se měly zvážit veškeré důsledky rozhodnutí, které mohou mít v budoucnu jak pozitivní, tak i negativní vliv. Proto je velmi důležitá řádná, pečlivá příprava a zadání úkolu rozhodování.

4.1 Výběr podmítače pro farmáře

Jako první příklad je zde uveden postup při výběru podmítače pro farmáře z Pošumaví obhospodařující 530 ha zemědělské půdy pěstováním převážně pšenice a řepky. Jako jediný majitel samostatně rozhoduje o nákupu zemědělské techniky a byl osloven k definici požadavků a ohodnocení kritérií pro výběr stroje.

4.1.1 Předvýběr podmítače pomocí konjunktivní metody

Na českém trhu působí několik výrobců radličkových podmítačů: Amazone, Bednar, Farnet, Gregoire Besson, Gruber, Horsch, Köckerling, Kuhn, Kverneland, Lemken, Opall-agri, Pöttinger, SMS, Väderstad. Jako **první podmínku (kritérium)** si farmář určil vzdálenost prodejce/servisního střediska od své farmy maximálně 40 km. Tím se vyselektují výrobci, jejichž výrobky prodávají a servisují prodejci v dané lokalitě. Jedná se o tyto výrobce: Amazone, Bednar, Farnet, Köckerling, Kuhn, Lemken, Opall-Agri, Pöttinger a SMS. Dále tedy budeme pracovat jen s podmítači od těchto výrobců. Jako další podmínky si farmář určil následující:

- Pracovní záběr 5700 – 6200 mm
- Hloubka kypření min. 250 mm
- Požadovaný minimální výkon nepřesáhne 221 kW (300 HP)
- Jištění radliček pouze pomocí pružin nebo hydraulického jištění

Pro předvýběr podmítačů dle nastavených podmínek v tomto případě použijeme **konjunktivní metodu**. Konjunktivní metoda spočívá v tom, že si zvolíme jen ty varianty (podmítače), jež splňují všechny nastavené podmínky (neboli aspirační úroveň) zadavatele. Ostatní varianty vyřadíme. V tabulce č. 1 jsou uvedeny technické parametry podmítačů vybrané po prvním selektování a dle zadaných kritérií označeny na akceptované a neakceptované.

Tabulka 1 - Rozdělení podmítačů na akceptované (A) a neakceptované (N) dle zadaných kritérií

model	výrobce	pracovní záběr	pracovní hloubka	energetická náročnost	jištění radliček	
Synkro 6020 K	Pöttinger	6000 mm	20 cm	175 PS	kolík	N
Quadro	Köckerling	4600 mm	30 cm	190 PS	pružina	N
Synkro 6030 T Nova	Pöttinger	6000 mm	30 cm	210 PS	pružina	A
Merkur III 5,6	Opall-agri	5600 mm	18 cm	210 PS	pružina	N
Karat 9/600 KUA	Lemken	6000 mm	30 cm	300 PS	pružina	A
TRITON 4,8	Opall-agri	4800 mm	25 cm	220 PS	pružina	N
Cultimer L6000	Kuhn	6000 mm	35 cm	240 PS	pružina	A
Vector 620	Köckerling	6200 mm	30 cm	260 PS	pružina	A
Finišer F3 600	SMS	6000 mm	25 cm	300 PS	pérové	N
Duolent TX600 PS	Farmet	6200 mm	30 cm	330 PS	pružina	N
Ecoland EO 6000	Bednar FMT	6000 mm	35 cm	330 PS	pružina	N
Triolent TX 600 PS	Farmet	6200 mm	30 cm	350 PS	pružina	N

Zdroj: <http://www.farmet.cz>, <http://www.koeckerling.de/cz>, <http://www.kuhncenter.cz>,
<http://lemken.cz>, <http://www.poettinger.cz>, <http://www.opall-agri.cz>,
<http://www.smscz.cz>, <http://www.strompraha.cz>

Z tabulky vyplývá, že zadaným kritériím odpovídají podmítače Synkro 6030T Nova od výrobce Pöttinger, dále Karat 9/600 KUA (Lemken), Cultimer L6000 (Kuhn) a

Vector 620 (Köckerling). Z těchto strojů budeme v dalším kroku vybírat nejlepší variantu pomocí vícekritériální analýzy.

4.1.2 Popis variant

V předvýběru jsme zvolili 4 stroje (varianty), které více popíšeme.

Radličkový kypřič **Cultimer L6000 (varianta 1 – v1)** od francouzského výrobce Kuhn je vhodný jak pro mělké kypření (6-7 cm), tak i pro hluboké kypření (až 35 cm). Pracovní záběr tohoto stroje je 6 m, je osazen 19-ti radličkami ve třech řadách a vzadu pýchovacími válci. Cena kypřiče činí 49.921,- EUR. Cena osazení jedné radličky (upotřebitelných dílů) činí 1.470 Kč/sadu, tedy 27.930,- Kč na celý stroj. Vzdálenost servisního střediska od farmy je 14 km.



Obrázek 5 - Kuhn Cultimer L6000

(zdroj:<http://www.kuhn.com/internet/weben.nsf/mobile/7007D47795173B48C1257A5A004CBFF0?OpenDocument&p=9.2.2.2.5>)

Výrobce podmiťáče **Karat 9/600 KUA (v2)** je německá firma Lemken. Je vhodný pro mělké celoplošné zpracování strniště i pro hlubší intenzivní zpracování půdy (do 30 cm). Stroj má pracovní záběr 6 m a je osazen 21-ti radličkami na třířadém rámu. K podmiťáči lze dokoupit několik typů pýchovacích válců. Cena za stroj 61.448,- EUR. Cena za osazení jedné radličky je 717,- Kč, tzn. 15.057,- Kč na všechny radličky podmiťáče. Nejbližší servisní středisko od farmy je ve vzdálenosti 22 km.



Obrázek 6 - Lemken Karat 9/600 KUA (zdroj: <http://www.lemken.cz/karat-49>)

Podmítač **Synkro 6030T Nova (v3)** vyrábí rakouská rodinná firma Pöttinger. Trojnosíkový radličkový podmítač s pracovním záběrem 6 m je osazen 22-ti radličkami. Maximální hloubka kypření 30 cm. Pořizovací cena stroje 51.157,- EUR. Osazení radličky lze pořídit za 1.476,- Kč, tedy 32.472,-Kč za osazení stroje. Vzdálenost nejbližšího servisního střediska činí 14 km.



Obrázek 7 - Pöttinger Synkro 6030T Nova (zdroj: http://www.poettinger.cz/img/landtechnik/collection/grubber/synkro_6030_hq.jpg)

Německý výrobce Köckerling nabízí ve svém produktovém portfoliu radličkových kypřičů mimo jiné i Köckerling **Vector 620 (v4)**. Stroj s pracovním záběrem 6,2 m a 23-ti radličkami dokáže kypřit až do hloubky 30 cm. Cena stroje je 65.432,- EUR, cena za osazení jedné radličky činí 1.101,- Kč za sadu, tzn. 25.323,- Kč za osazení celého stroje. Nejbližší servisní středisko se nachází 38 km od farmy.



Obrázek 8 - Köckerling Vector 620

(zdroj:http://www.koeckerling.de/fileadmin/bilder/Maschinen/VECTOR/Vector_800_mod.jpg)

4.1.3 Určení a popis kritérií

Pro výběr nejlepší varianty pomocí vícekritériální analýzy je třeba nejprve vybrat kritéria. Zadavatel si určil následující:

1. Kritérium (k1): **Kvalita zpracování podmítnuté půdy**

V tomto případě hovoříme o tzv. kvalitativním kritériu, kdy uživatel subjektivně hodnotí kvalitu práce stroje. Hodnotíme hrudovitost po zpracování půdy, zapravení posklizňových zbytků a rovnoměrnost hloubky kypření.

2. Kritérium (k2): **Cena upotřebitelných dílů**

Farmář si jako druhé kritérium vybral cenu za osazení radliček výměnnými nástroji, které se provozem opotřebovávají. Částka za celkovou výměnu dílů není zrovna

zanedbatelná, jak již bylo prezentováno v popisu strojů. Zvláště v kamenitých nebo písčitých půdách se nástroje hodně opotřebovávají. Kritérium má minimalizační povahu.

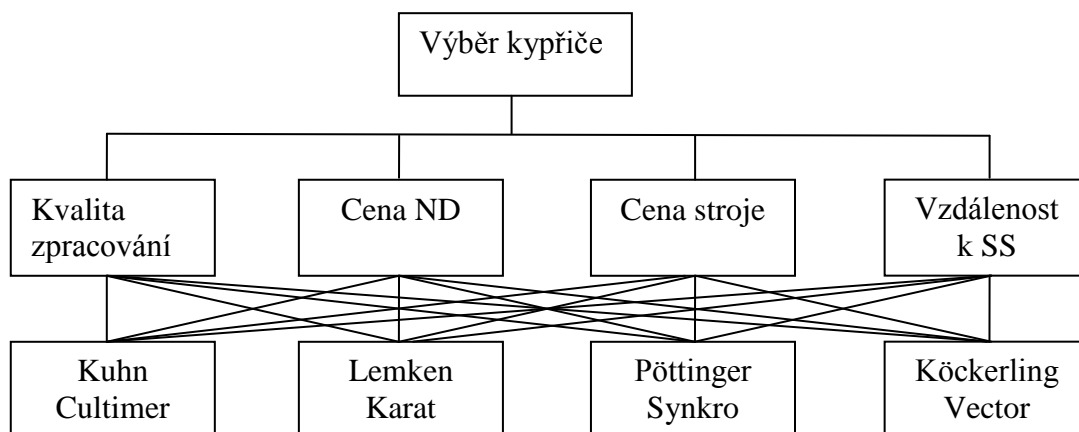
3. Kritérium (k3): **Cena stroje**

Při určování kritérií nelze opomenout pořizovací cenu stroje. Spíše je nutné stanovit si důležitost tohoto kritéria v porovnání s ostatními. Kritérium má minimalizační povahu.

4. Kritérium (k4): **Vzdálenost od farmy k prodejci/servisu**

Dostupnost servisního střediska je důležitá pro zásobování upotřebitelnými či náhradními díly a při případných opravách. Toto kritérium zadavatel požadoval již v předvýběru, kde maximální vzdálenost od servisního střediska nesměla překročit 40 km. Kritérium má minimalizační povahu.

Na základě vybraných kritérií dostaneme následující data pro výběr:



Obrázek 9 - Hierarchie rozhodování farmáře

Zdroj: Vlastní zpracování

4.1.4 Stanovení vah kritérií pomocí Saatyho metody

Jako druhý krok je potřeba určení preferencí mezi kritérii, jejich významnosti. Farmář si jako nejdůležitější kritérium zvolil kvalitu zpracování půdy. V dnešní době je již běžné, že prodejci nabízejí většinu strojů k zapůjčení. Možnost odzkoušet si zemědělskou techniku v provozu na vlastním poli se stává téměř nutností. Jedná se o subjektivní hodnocení kvalitativního kritéria, pro účely stanovení vah je třeba dále toto ohodnocení kvantifikovat, více vysvětleno v kap. 4.1.5. Cenu upotřebitelných dílů

považuje zadavatel za důležitější než pořizovací cenu stroje. Dostupnost servisního střediska po předchozím splnění podmínky maximální vzdálenosti označil kritérium za méně významné.

Při hodnocení jedním expertem je pro určení vah kritérií vhodná **Saatyho metoda**, která patří mezi metody založené na párovém porovnávání. V řádcích a sloupcích jsou vložena jednotlivá kritéria hodnocení. Kritéria ve sloupci musí být stejně uspořádána jako v řádku. Velikost preference je vyjádřena přiřazením určitého počtu bodů dle bodové stupnice. Maximální rozpětí bodové stupnice je 1 až 9 bodů. V případě že použijeme k vyjádření důležitosti např. pouze 5 bodů, je nejméně významnější i -té kritérium pětkrát významnější než nejméně významné j -té kritérium. Jestliže kritérium v řádku je významnější než kritérium ve sloupci, napíše se do příslušného políčka hodnota velikosti preference kritéria v řádku ke kritériu ve sloupci (5). Pokud je významnější kritérium ve sloupci než kritérium v řádku, zapíše se do příslušného políčka převrácená hodnota zvolené preference (tedy 1/5). Protože nelze porovnávat stejná kritéria (mají stejnou významnost), jsou v tabulce na hlavní diagonále vždy jedničky. Geometrickým průměrem řádků matice vypočteme hodnoty b_i , tedy jednotlivých kritérií. Normalizací hodnot b_i pak dostaneme váhy v_i (součet hodnot se rovná 1).

Tabulka 2 - Celková tabulka stanovených kritérií výběru (K) a jejich hodnot u jednotlivých kypřičů

model	K1	K2	K3	K4
Cultimer L6000	dobrá	27930	49921	14
Karat 9/600 KUA	velmi dobrá	15057	61448	22
Synkro 6030 T Nova	velmi dobrá	32472	51157	14
Vector 620	výborná	25323	65432	38

Tabulka 3 - Stanovení váhy kritérií Saatyho metodou

	k1	k2	k3	k4	b_i	v_i
k1	1	3	5	9	3,409	0,565
k2	0,333	1	3	7	1,626	0,270
k3	0,2	0,333	1	5	0,760	0,126
k4	0,111	0,143	0,2	1	0,237	0,039
					6,03	1

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence matice byla ověřena, index konzistence činil $CI=0,057$.

4.1.5 Hodnocení variant podle jednotlivých kritérií

Vztahy mezi kritérii byly kvantifikovány pomocí Saatyho metody v tabulce 3. Porovnání mezi variantami se provádí z hlediska jednotlivých kritérií pomocí dílčích Saatyho matic. Do Saatyho matic se zapisuje míra preference, pro každé kritérium se sestavuje jedna matice. Vypočteme hodnoty b_i , tedy jednotlivých variant, normalizací hodnot b_i pak získáme váhy v_i . Vynásobením hodnoty v_i váhovým koeficientem jednoho každého kritéria dostaneme hodnotu w_i váženého hodnocení variant dle jednotlivých kritérií.

Pro párové porovnání variant je vhodné si nejprve slovně popsat možné vztahy mezi variantami.

Tabulka 4 – Výchozí model hodnocení variant

	preferance kritérií	cena	vzdálenost servisního střediska	zpracování půdy
1	rovnocenná kritéria i a j	cena přibližně stejná	dostupnost střediska přibližně stejná	srovnatelná kvalita prokypření, zapravení posklizňových zbytků a rozmělnění zeminy
3	slabě preferované kritérium i před j	cena jen mírně nižší	vzdálenost od střediska o něco kratší	lepší kvalita v jednom aspektu zpracování půdy
5	silně preferované kritérium i před j	cena výrazněji lepší	vzdálenost od střediska podstatně kratší	lepší kvalita zpracování půdy ve všech aspektech
7	velmi silně preferované kritérium i před j	cena o hodně nižší	vzdálenost od střediska o hodně kratší	výrazně lepší kvalita schopnosti zpracování půdy
9	absolutně preferované kritérium i před j	velmi výrazně lepší cena	velmi výrazně kratší vzdálenost k servisnímu středisku	výborná kvalita zpracování, rovnoměrná hloubka kypření, výborné zapravení posklizňových zbytků a rozmělnění zeminy

Zdroj: vlastní zpracování

Jelikož je první kritérium kvalitativní, je potřeba hodnoty kvantifikovat. Farmář měl možnost vyzkoušet si všechny stroje na svém poli. Pomocí tabulky 5 provedl subjektivní hodnocení. Dle jeho názoru všechny kypřiče dosahovaly rovnoměrné hloubky kypření. Podmítač Köckerling Vector (V4) měl srovnatelnou kvalitu rozmělnění zeminy se strojem Pöttinger Synkro (V3), oba byly v tomto aspektu lepší než Kuhn Cultimer (V1) a Lemken Karat (V2). V kvalitě zapravování rostlinných zbytků po sklizni dosáhl nejlepšího výsledku podmítač Lemken Karat společně se strojem Köckerling Vector, obě další varianty za nimi mírně zaostávaly.

Na základě těchto popisů sestavíme Saatyho matici:

Tabulka 5 - Porovnání variant z hlediska kritéria Kvalita zpracování půdy, váha 0,565

0,565	V1	V2	V3	V4	b_i	v_i	w_i (0,565* v_i)
V1	1,000	0,200	0,200	0,111	0,258	0,047	0,026
V2	5,000	1,000	1,000	0,333	1,136	0,205	0,116
V3	5,000	1,000	1,000	0,333	1,136	0,205	0,116
V4	9,000	3,000	3,000	1,000	3,000	0,542	0,307
					5,531	1,000	0,565

Zdroj: Vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,011$.

Stejně pokračujeme u porovnání variant dle ostatních kritérií.

Z hlediska cen náhradních dílů je Karat nejlevnější, velmi výrazně lepší oproti ceně náhradních dílů na Synkro, o hodně nižší oproti ceně náhradních dílů pro Cultimer a výrazněji lepší cena než pro Vector. Cena náhradních dílů na Cultimer je mírně lepší než pro Synkro. Cena náhradních dílů pro kypřič Vector je mírně nižší než pro Cultimer a výrazněji lepší než pro Synkro.

Tabulka 6 - Porovnání variant z hlediska kritéria Cena náhradních dílů, váha 0,270

0,270	V1	V2	V3	V4	b_i	v_i	0,270* v_i
V1	1,000	0,143	3,000	0,500	0,680	0,105	0,028
V2	7,000	1,000	9,000	6,000	4,409	0,681	0,184
V3	0,333	0,111	1,000	0,250	0,310	0,048	0,013
V4	2,000	0,167	4,000	1,000	1,075	0,166	0,045
					6,474	1,000	0,270

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,045$.

U kritéria ceny stroje je nejlevnějším kypřičem Cultimer, jehož cena je velmi výrazně lepší než u kypřiče Vector, o hodně nižší než u Lemken Karat a nepatrně nižší než Pöttinger Synkro. Cena kypřiče Karat je mírně nižší než Vector. Synkro má výrazněji lepší cenu než Lemken a o hodně nižší cenu než Vector.

Tabulka 7 - Porovnání variant z hlediska kritéria Cena stroje, váha 0,126

0,126	V1	V2	V3	V4	b_i	v_i	$0,126*v_i$
V1	1,000	7,000	2,000	9,000	3,350	0,534	0,067
V2	0,143	1,000	0,167	3,000	0,517	0,082	0,010
V3	0,500	6,000	1,000	7,000	2,141	0,341	0,043
V4	0,111	0,333	0,143	1,000	0,270	0,043	0,005
					6,278	1,000	0,126

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,044$.

Dostupnost střediska prodávající kypřiče Cultimer a Synkro je stejná, oproti prodeji kypřiče Karat je jejich vzdálenost podstatně kratší, oproti prodeji kypřiče Vector je vzdálenost k servisnímu středisku velmi výrazně kratší. Vzdálenost k prodeji stroje Karat je o hodně kratší než k prodeji stroje Vector.

Tabulka 8 - Porovnání variant z hlediska kritéria Vzdálenost od SS, váha 0,039

0,039	V1	V2	V3	V4	b_i	v_i	$0,039*v_i$
V1	1,000	5,000	1,000	9,000	2,590	0,424	0,017
V2	0,200	1,000	0,200	7,000	0,727	0,119	0,005
V3	1,000	5,000	1,000	9,000	2,590	0,424	0,017
V4	0,111	0,143	0,111	1,000	0,205	0,034	0,001
					6,112	1,000	0,039

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,08$.

4.1.6 Souhrnné vyhodnocení pro farmáře

Nyní sečteme vážené hodnoty jednotlivých variant (podmítačů). Varianta s nejvyšším součtem bude označena jako nejvhodnější.

Tabulka 9 - Pořadí variant podle metody AHP

typ stroje	součet	pořadí
Cultimer L6000	0,1386	4
Karat 9/600 KUA	0,3148	2
Synkro 6030 T Nova	0,1886	3
Vector 620	0,3580	1

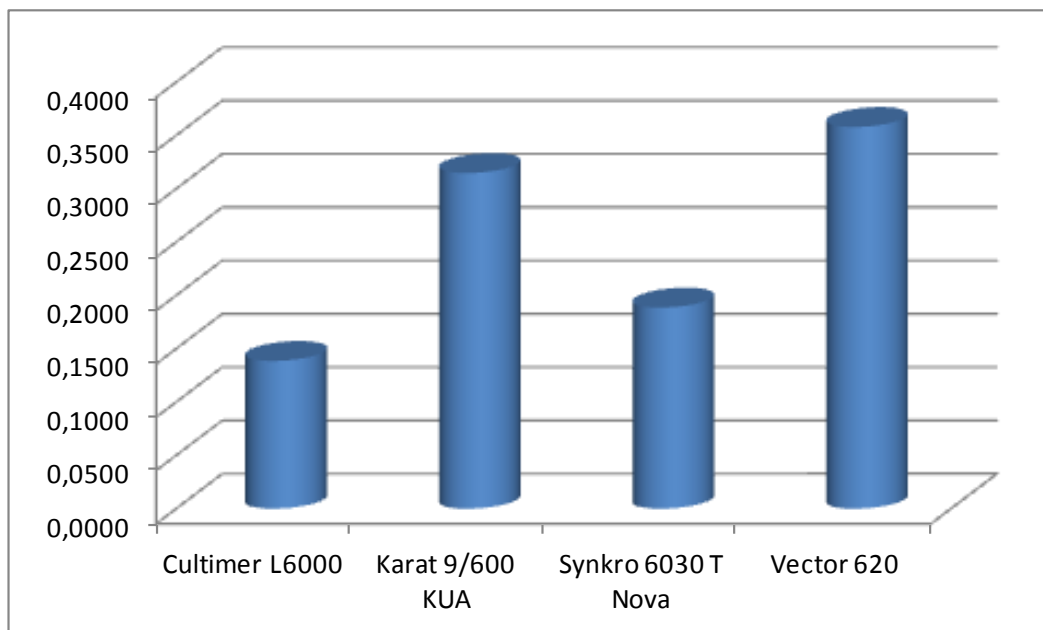
Zdroj: vlastní zpracování

Metoda AHP doporučuje jako nejlepší výběr kypřič Köckerling Vector 620 i přesto, že pořízení stroje je cenově nejdražší a vzdálenost k servisnímu středisku nejdelší. Jako druhý nejvhodnější bychom doporučili Lemken Karat 9/600 KUA, který zůstal v hodnocení těsně za vítěznou variantou.

Vhodným řešením pro sestavení tabulek s výpočtem vážených hodnot kritérií a variant pomocí metody AHP je využití programu MS Excel. Na obrázku 10 je zobrazeno provedení výpočtu vyhodnocení variant pro farmáře. Po doplnění preferencí do zeleně zvýrazněných buněk v předem připravené tabulce se vzorci můžeme poměrně rychle a jednoduše získat vyhodnocení variant. Žlutě zvýrazněné buňky jsou váhy kritérií/variant. Vypočtený index konzistence matic je zvýrazněn modře. Výsledek hodnocení lze rovněž prezentovat graficky viz obrázek 11.

saatyho stanovení vah kritérií									
		k1	k2	k3	k4	bi	vi		
zpracování půdy	k1	1,000	3,000	5,000	9,000	3,409	0,565		Lambda
cena ND	k2	0,333	1,000	3,000	7,000	1,626	0,270		4,170162642
cena stroje	k3	0,200	0,333	1,000	5,000	0,760	0,126		determinant
vzdálenost servisu	k4	0,111	0,143	0,200	1,000	0,237	0,039		-7,54E-07
						6,03	1		
									konzistence
									0,056720881
hodnocení dílčích variant pro k1					kvalita zpracování				
typ stroje	0,565	V1	V2	V3	V4	bi	vi	0,565*vi	Lambda
Cultimer L6000	V1	1,000	0,200	0,200	0,111	0,258	0,047	0,026	4,032782
Karat 9/600 KUA	V2	5,000	1,000	1,000	0,333	1,136	0,205	0,116	determinant
Synkro 6030 T Nova	V3	5,000	1,000	1,000	0,333	1,136	0,205	0,116	-0,000763
Vector 620	V4	9,000	3,000	3,000	1,000	3,000	0,542	0,307	
						5,531	1,000	0,565	konzistence
									0,010927
hodnocení dílčích variant pro k2					cena ND				
typ stroje	0,270	V1	V2	V3	V4	bi	vi	0,270*vi	Lambda
Cultimer L6000	V1	1,000	0,143	3,000	0,500	0,680	0,105	0,028	4,135416
Karat 9/600 KUA	V2	7,000	1,000	9,000	6,000	4,409	0,681	0,184	determinant
Synkro 6030 T Nova	V3	0,333	0,111	1,000	0,250	0,310	0,048	0,013	-0,000001
Vector 620	V4	2,000	0,167	4,000	1,000	1,075	0,166	0,045	
						6,474	1,000	0,270	konzistence
									0,045139
hodnocení dílčích variant pro k3					cena stroje				
typ stroje	0,126	V1	V2	V3	V4	bi	vi	0,126*vi	Lambda
Cultimer L6000	V1	1,000	7,000	2,000	9,000	3,350	0,534	0,067	4,132810
Karat 9/600 KUA	V2	0,143	1,000	0,167	3,000	0,517	0,082	0,010	determinant
Synkro 6030 T Nova	V3	0,500	6,000	1,000	7,000	2,141	0,341	0,043	-0,000573
Vector 620	V4	0,111	0,333	0,143	1,000	0,270	0,043	0,005	
						6,278	1,000	0,126	konzistence
									0,044270
hodnocení dílčích variant pro k4					vzdálenost od SS				
typ stroje	0,039	V1	V2	V3	V4	bi	vi	0,039*vi	Lambda
Cultimer L6000	V1	1,000	5,000	1,000	9,000	2,590	0,424	0,017	4,238869
Karat 9/600 KUA	V2	0,200	1,000	0,200	7,000	0,727	0,119	0,005	determinant
Synkro 6030 T Nova	V3	1,000	5,000	1,000	9,000	2,590	0,424	0,017	-0,000245
Vector 620	V4	0,111	0,143	0,111	1,000	0,205	0,034	0,001	
						6,112	1,000	0,039	konzistence
									0,079623
typ stroje		součet	pořadí						
Cultimer L6000	V1	0,1386	4						
Karat 9/600 KUA	V2	0,3148	2						
Synkro 6030 T Nova	V3	0,1886	3						
Vector 620	V4	0,3580	1						

Obrázek 10 Využití programu MS Excel pro řešení rozhodovacího procesu pomocí metody AHP



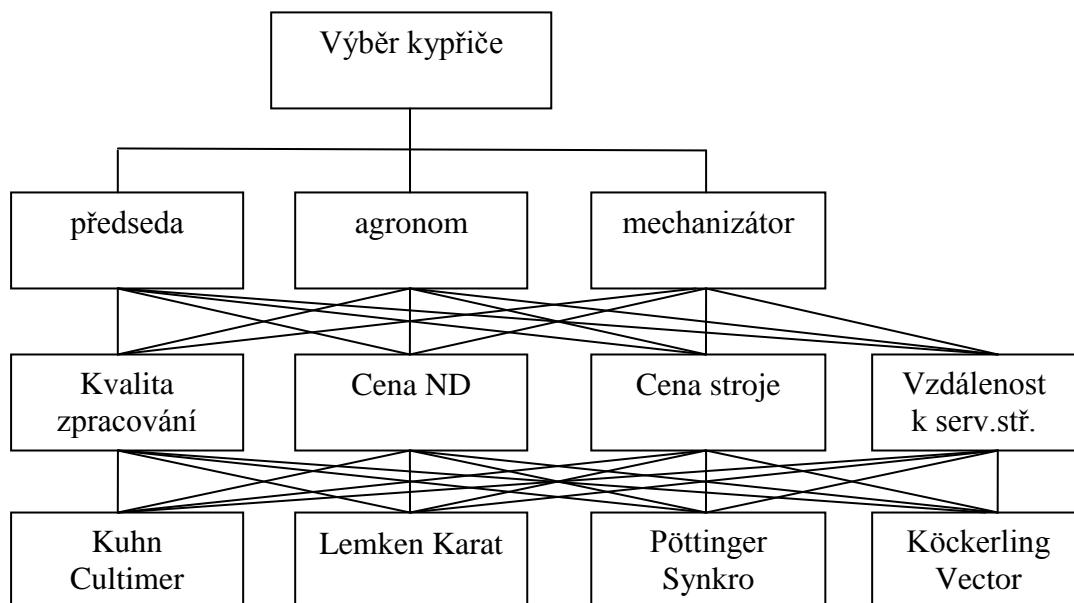
Obrázek 11 Grafické vyjádření ohodnocení

4.2 Návrh řešení rozhodovacího procesu pro větší zemědělský podnik

Ve větších podnicích, družstvech, statcích a dalších firmách zabývajících se nejen zemědělskou činností rozhoduje zpravidla několik odpovědných osob o investicích, mezi něž patří i nákup zemědělské techniky. Každý z nich přitom může mít odlišný názor na určení požadavků na stroj a jejich důležitost. Pro takový případ je potřeba sjednotit požadavky (kritéria) zainteresovaných osob (expertů) a určit jejich váhy. Jako druhý příklad je uveden rozhodovací proces při výběru podmiťáče pro zemědělské družstvo, kde o koupi zemědělské techniky rozhodují tři osoby (předseda představenstva, agronom a mechanizátor) a byly osloveni k definici požadavků a ohodnocení kritérií. K řešení použijeme metodu AHP, jejíž výhodou je možnost uplatnění při hodnocení více experty, kde na každé úrovni hierarchické struktury použijeme Saatyho metodu kvantitativního párového porovnání. Syntézou dílčích hodnocení pak vytvoříme celkové hodnocení a stanovíme pořadí variant.

Pro řešení rozhodovacího procesu je potřeba, aby si každý z hodnotitelů určil kritéria a jejich preference, přičemž každý z nich si může zvolit různá kritéria či jejich počet. Rovněž v porovnávání variant podle jednotlivých kritérií si může každý z expertů zvolit rozdílné preference. Syntézou dílčích ohodnocení variant od každého

experta se poté získá celkové ohodnocení, přitom lze dílčímu ohodnocení přidělit váhu podle rozhodovací pravomoci experta (např. váha rozhodnutí 0,5 může být u předsedy, u agronoma 0,3 a u mechanizátora 0,2). V práci je pro zjednodušení výkladu použito stejných kritérií a preferencí mezi variantami jako u řešení příkladu rozhodování farmáře. Rozhodovací pravomoci jsou použity rovnoměrně, tedy váha 0,333 pro všechny hodnotitele.



Obrázek 12 - Schéma rozhodovací hierarchie a váhy expertů

Zdroj: vlastní zpracování

4.2.1 Řešení podle předsedy představenstva

Předseda představenstva si jako nejvýznamnější kritérium určil cenu stroje a cenu upotřebitelných dílů. Za významné označil kvalitu práce. Kritérium dostupnost servisního střediska zadal jako málo významné.

Tabulka 10 - Stanovení vah pomocí Saatyho metody

	k1	k2	k3	k4	b_i	v_i
k1	1	0,333	0,333	5	0,863	0,160
k2	3	1	1	7	2,141	0,397
k3	3	1	1	7	2,141	0,397
k4	0,2	0,142	0,142	1	0,252	0,047
					5,396	1

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,023$.

Nejprve provedeme porovnání variant z hlediska kritéria kvalita zpracování půdy, míru preference zapíšeme do Saatyho matice. Stejným způsobem pokračujeme i u dalších kritérií. Pro zjednodušení příkladu použijeme stejné ohodnocení kvality zpracování půdy jako v kapitole 4.1.7 z tabulky 6.

Tabulka 11- Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria kvalita zpracování

0,160	V1	V2	V3	V4	b_i	v_i	$0,160*v_i$
V1	1,000	0,200	0,200	0,111	0,258	0,047	0,007
V2	5,000	1,000	1,000	0,333	1,136	0,205	0,033
V3	5,000	1,000	1,000	0,333	1,136	0,205	0,033
V4	9,000	3,000	3,000	1,000	3,000	0,542	0,087
					5,531	1,000	0,160

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,011$.

Tabulka 12 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria cena ND

0,397	V1	V2	V3	V4	b_i	v_i	$0,397*v_i$
V1	1,000	0,143	3,000	0,500	0,680	0,105	0,042
V2	7,000	1,000	9,000	6,000	4,409	0,681	0,270
V3	0,333	0,111	1,000	0,250	0,310	0,048	0,019
V4	2,000	0,167	4,000	1,000	1,075	0,166	0,066
					6,474	1,000	0,397

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,045$.

Tabulka 13 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria cena stroje

0,397	V1	V2	V3	V4	b_i	v_i	$0,397*v_i$
V1	1,000	7,000	2,000	9,000	3,350	0,534	0,212
V2	0,143	1,000	0,167	3,000	0,517	0,082	0,033
V3	0,500	6,000	1,000	7,000	2,141	0,341	0,135
V4	0,111	0,333	0,143	1,000	0,270	0,043	0,017
					6,278	1,000	0,397

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,044$.

Tabulka 14 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria vzdálenost k SS

0,047	V1	V2	V3	V4	b_i	v_i	$0,047 \cdot v_i$
V1	1,000	5,000	1,000	9,000	2,590	0,424	0,020
V2	0,200	1,000	0,200	7,000	0,727	0,119	0,006
V3	1,000	5,000	1,000	9,000	2,590	0,424	0,020
V4	0,111	0,143	0,111	1,000	0,205	0,034	0,002
					6,112	1,000	0,047

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,080$.

Tabulka 15 - Pořadí variant dle stanovených kritérií experta A

typ stroje	součet	pořadí
Cultimer L6000	0,2807	2
Karat 9/600 KUA	0,3412	1
Synkro 6030 T Nova	0,2069	3
Vector 620	0,1712	4

4.2.2 Řešení podle agronoma

Agronom zemědělského družstva stanovil jako nejdůležitější kritérium kvalitu práce, stejný význam přiložil i ceně upotřebitelných dílů. Pořizovací cenu označil jako důležité kritérium, vzdálenost k servisnímu středisku pak jako málo významné.

Tabulka 16 - Stanovení vah pomocí Saatyho metody

	k1	k2	k3	k4	b_i	v_i
k1	1,000	1,000	3,000	7,000	2,141	0,397
k2	1,000	1,000	3,000	7,000	2,141	0,397
k3	0,333	0,333	1,000	5,000	0,863	0,160
k4	0,143	0,143	0,200	1,000	0,253	0,047
					5,397	1,000

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,025$.

Tabulka 17 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria kvalita zpracování

0,397	V1	V2	V3	V4	b_i	v_i	$0,397*v_i$
V1	1	0,2	0,2	0,11111	0,258	0,047	0,019
V2	5	1	1	0,33333	1,136	0,205	0,081
V3	5	1	1	0,33333	1,136	0,205	0,081
V4	9	3	3	1	3,000	0,542	0,215
					5,531	1,000	0,397

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,011$.

Tabulka 18 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria cena ND

0,397	V1	V2	V3	V4	b_i	v_i	$0,397*v_i$
V1	1,000	0,143	3,000	0,500	0,680	0,105	0,042
V2	7,000	1,000	9,000	6,000	4,409	0,681	0,270
V3	0,333	0,111	1,000	0,250	0,310	0,048	0,019
V4	2,000	0,167	4,000	1,000	1,075	0,166	0,066
					6,474	1,000	0,397

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,045$.

Tabulka 19 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria cena stroje

0,160	V1	V2	V3	V4	b_i	v_i	$0,160*v_i$
V1	1,000	7,000	2,000	9,000	3,350	0,534	0,085
V2	0,143	1,000	0,167	3,000	0,517	0,082	0,013
V3	0,500	6,000	1,000	7,000	2,141	0,341	0,055
V4	0,111	0,333	0,143	1,000	0,270	0,043	0,007
					6,278	1,000	0,160

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,044$.

Tabulka 20 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria vzdálenost k SS

0,047	V1	V2	V3	V4	b_i	v_i	$0,047*v_i$
V1	1,000	5,000	1,000	9,000	2,590	0,424	0,020
V2	0,200	1,000	0,200	7,000	0,727	0,119	0,006
V3	1,000	5,000	1,000	9,000	2,590	0,424	0,020
V4	0,111	0,143	0,111	1,000	0,205	0,034	0,002
					6,112	1,000	0,047

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,08$.

Tabulka 21 - Pořadí variant dle stanovených kritérií experta B

typ stroje	součet	pořadí
Cultimer L6000	0,1654	4
Karat 9/600 KUA	0,3703	1
Synkro 6030 T Nova	0,1749	3
Vector 620	0,2894	2

4.2.3 Řešení podle mechanizátora

Mechanizátor určil za nejvýznamnější cenu stroje, kvalitu práce jako silně preferované a cenu upotřebitelných dílů za méně preferované kritérium. Dostupnost servisního střediska označil za málo významné.

Tabulka 22 - Stanovení vah pomocí Saatyho metody

	k1	k2	k3	k4	b_i	v_i
k1	1,000	3,000	0,330	5,000	1,492	0,254
k2	0,333	1,000	0,200	3,000	0,669	0,114
k3	3,000	5,000	1,000	9,000	3,409	0,581
k4	0,200	0,333	0,111	1,000	0,293	0,050
					5,862	1,000

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,025$.

Tabulka 23 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria kvalita zpracování

0,254	V1	V2	V3	V4	b_i	v_i	$0,356*v_i$
V1	1,000	0,200	0,200	0,111	0,258	0,047	0,012
V2	5,000	1,000	1,000	0,333	1,136	0,205	0,052
V3	5,000	1,000	1,000	0,333	1,136	0,205	0,052
V4	9,000	3,000	3,000	1,000	3,000	0,542	0,138
					5,531	1,000	0,254

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,011$.

Tabulka 24 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria cena ND

0,114	V1	V2	V3	V4	b_i	v_i	$0,160*v_i$
V1	1,000	0,143	3,000	0,500	0,680	0,105	0,012
V2	7,000	1,000	9,000	6,000	4,409	0,681	0,078
V3	0,333	0,111	1,000	0,250	0,310	0,048	0,005
V4	2,000	0,167	4,000	1,000	1,075	0,166	0,019
					6,474	1,000	0,114

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence CI=0,045.

Tabulka 25 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria cena stroje

0,581	V1	V2	V3	V4	b_i	v_i	$0,414*v_i$
V1	1,000	7,000	2,000	9,000	3,350	0,534	0,310
V2	0,143	1,000	0,167	3,000	0,517	0,082	0,048
V3	0,500	6,000	1,000	7,000	2,141	0,341	0,198
V4	0,111	0,333	0,143	1,000	0,270	0,043	0,025
					6,278	1,000	0,581

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence CI=0,044.

Tabulka 26 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria vzdálenost k SS

0,050	V1	V2	V3	V4	b_i	v_i	$0,070*v_i$
V1	1,000	5,000	1,000	9,000	2,590	0,424	0,021
V2	0,200	1,000	0,200	7,000	0,727	0,119	0,006
V3	1,000	5,000	1,000	9,000	2,590	0,424	0,021
V4	0,111	0,143	0,111	1,000	0,205	0,034	0,002
					6,112	1,000	0,050

Zdroj: vlastní zpracování

Konzistence Saatyho matice byla ověřena, index konzistence $CI=0,08$.

Tabulka 27 - Pořadí variant dle stanovených kritérií experta C

typ stroje	součet	pořadí
Cultimer L6000	0,3554	1
Karat 9/600 KUA	0,1838	3
Synkro 6030 T Nova	0,2772	2
Vector 620	0,1836	4

Zdroj: vlastní zpracování

4.2.4 Souhrnné vyhodnocení rozhodování pro větší zemědělský podnik s více rozhodovateli

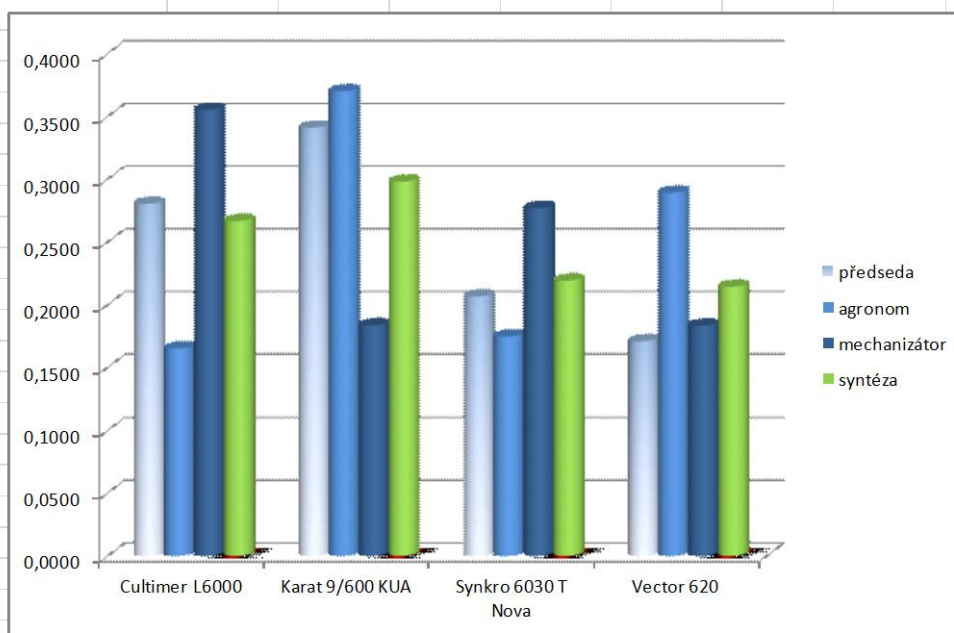
Konečný výsledek rozhodování získáme součtem hodnocení variant všech expertů váhami 0,333. Následně zjistíme celkové hodnocení jednotlivých variant a stanovíme pořadí.

Tabulka 28 - Závěrečné výsledky získané metodou AHP

typ stroje	expert A	expert B	expert C	součet hodnocení	pořadí
Cultimer L6000	0,093	0,055	0,118	0,267	2
Karat 9/600 KUA	0,114	0,123	0,061	0,298	1
Synkro 6030 T Nova	0,069	0,058	0,092	0,219	3
Vector 620	0,057	0,096	0,061	0,215	4

Na základě stanovení preferencí kritérií odpovědných pracovníků zemědělského družstva lze dle metody AHP doporučit kypřič Lemken Karat 9/600KUA.

typ stroje	předseda		agronom		mechanizátor		syntéza	
	hodnocení	pořadí	hodnocení	pořadí	hodnocení	pořadí	hodnocení	pořadí
Cultimer L6000	0,2807	2	0,1654	4	0,3554	1	0,2669	2
Karat 9/600 KUA	0,3412	1	0,3703	1	0,1838	3	0,2982	1
Synkro 6030 T Nova	0,2069	3	0,1749	3	0,2772	2	0,2194	3
Vector 620	0,1712	4	0,2894	2	0,1836	4	0,2145	4



Obrázek 13 Grafické vyjádření výsledků rozhodovacího procesu pro zemědělský podnik

5. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo představit praktické využití metod vícekriteriálního rozhodování při výběru zemědělské techniky. Důvodem bylo uvedení aplikace vhodných metod rozhodovacího procesu jako nástroj k obhajitelnému výběru nejvhodnějšího stroje, který nejlépe splňuje specifické požadavky zadavatele. Přitom zadavatelem může být jak kupující, který chce dosáhnout maximálního užitku, tak prodejce, který na základě obdržených požadavků od kupujícího nabídne nejvhodnější stroj ze svého portfolia prodávajících strojů.

V první části práce byly vysvětleny pojmy související se zemědělskou technikou a popsány metody vícekriteriálního rozhodování. Ve druhé části byla předvedena vlastní aplikace metod, v prvním příkladu rozhodování o nákupu kypřiče pro farmáře a ve druhém příkladu pro zemědělské družstvo, kde o nákupu rozhoduje více osob. Pro posouzení výsledků rozhodování a jejich srovnání se použily konjunktivní metoda a metoda AHP.

Konjunktivní metoda je velmi jednoduchá analýza variant, pro vyhodnocení je třeba přehledného zobrazení kritérií po jednotlivých variantách a jejich hodnot. Za vhodnou se považuje varianta, jejíž kritéria splňují všechny podmínky (aspirační úrovně) zadavatele.

Metoda AHP se skládá ze čtyř kroků, z pohledu uživatele se jedná o rozsáhlejší, avšak poměrně jednoduchou úlohu. Pro efektivní práci je možné využít tabulkového procesoru, např. programu MS Excel, kdy doplněním potřebných hodnot do vytvořených tabulek se vzorci lze celkem výrazně urychlit vyhodnocení rozhodovací úlohy.

Je však nezbytné připomenout, že použité metody výběru pomocí vícekriteriálního rozhodování jsou založeny především na subjektivním přístupu a hodnoty vah kritérií se mohou lišit podle preferencí hodnotitelů. Naopak výhodou je možnost přesného matematického porovnání požadavků zákazníka na výrobek či službu.

Při nákupu zemědělské techniky, zejména strojů s vyšší pořizovací cenou, je vhodné provést výběrové řízení. Před zahájením výběrového řízení je vždy potřeba definovat si požadavky na poptávaný stroj v zadávací dokumentaci a určit termín, do

jaké doby mohou uchazeči (prodejci) zasílat své nabídky, a také termín do kdy musí být stroj dodán. Vzhledem k vysoké konkurenci mezi prodejci může kupující profitovat na různých akčních cenách výrobců, prodloužené záruce na strojích, nižším cenám servisních oprav, atd.

Důležitým aspektem při nákupu zemědělských strojů jsou tzv. dobré vztahy mezi kupujícím a prodejcem, jehož nezbytnou součástí je i servisní středisko. Jedná se o dlouhodobé vytváření dodavatelsko-odběratelských vazeb, kde významnou roli hraje odbornost, flexibilita, spolehlivost, loajalita a vzájemná důvěra. Zemědělec bývá často omezován agrotechnickými lhůtami či klimatickými podmínkami a v případě poruchy stroje je velmi důležitá včasná, rychlá reakce a profesionální oprava, jinak dochází k nemalým výnosovým (a tím i ekonomickým) ztrátám.

Metody vícekritériální analýzy variant předvedené v praktické části lze použít prakticky na výběr veškeré zemědělské techniky. Je jen potřeba zvážit požadovaná kritéria a dokázat určení preferencí mezi nimi. Například u specifikace požadavků na traktor bude brán zřetel nejen na pořizovací cenu, výši servisní sazby či spotřebu paliva, ale i ovladatelnost, odpružení kabiny, cenu údržby, a třeba i celkový design.

6. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Knižní publikace

BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M. a ŠUBRT, T. 2003. *Modely pro vícekriteriální rozhodování.* Praha : Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, Katedra systémového inženýrství, 2003. str. 172. ISBN 978-80-213-1019-3.

FIALA, P. a DLOUHÝ, M. 2006. *Základy kvantitativní ekonomie a ekonomické analýzy.* Praha : VŠE, Fakulta informatiky a statistiky, 2006. str. 166. ISBN 80-245-1087-1.

FIALA, P. 2008. *Síťová ekonomika.* Praha : Professional Publishing, 2008. str. 225. ISBN 978-80-86946-69-6.

FIALA, P., JABLONSKÝ, J. a M., MAŇAS. 1994. *Vícekriteriální rozhodování.* Praha : VŠE, 1994. str. 316. ISBN 80-7079-748-7.

FOTR, J. a DĚDINA, J. 1994. *Manažerské rozhodování.* Praha : VŠE, Fakulta podnikohospodářská, 1994. str. 170. ISBN 80-7079-939-0.

FOTR, J., DĚDINA, J. a HRŮZOVÁ, H. 2000. *Manažerské rozhodování.* Praha : Ekopress, 2000. str. 163. ISBN 80-86119-20-3.

JABLONSKÝ, J. 2007. *Operační výzkum.* Praha : Professional Publishing, 2007. str. 323. ISBN 978-80-86946-44-3.

KUMHÁLA, F. 2007. *Zemědělská technika - Stroje a technologie pro rostlinnou výrobu.* Praha : Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, katedra zemědělských strojů, 2007. str. 426. ISBN 978-80-213-1701-7.

RAMÍK, J. 1999. *Vícekritériální rozhodování - analytický hierarchický proces (AHP)*. Opava : Slezská univerzita, 1999. str. 211. ISBN 80-7248-047-2.

Internetové zdroje:

BEDNAR FMT *Technická data – Ecoland EO 6000* [online] [cit. 2015-09-21]
Dostupné z: <http://www.strompraha.cz/produkty/zemedelska-technika/bednar-fmt/zpracovani-pudy/univerzalni-kyprice/ecoland-eo#technicka-data>.

FARMET *Technické parametry – Duolent TX 600 PS* [online] [cit. 2015-09-21]
Dostupné z: <http://www.farmet.cz/cs/dzt/dlatovy-kypric-duolent-ps>.

KÖCKERLING *Technická data - Vector 620, Quadro* [online] 2013 [cit. 2015-09-20]
Dostupné z: <http://www.koeckerling.de/cz/produkty/zpracovani-pudy/vector/technicka-data.html>.

KUHN *Technická data – Cultimer L 6000* [online] [cit. 2015-09-19] Dostupné z:
<http://www.kuhncenter.cz/cz/range/zpracovani-pudy/podmitace/cultimer-l-6000.html>.

LEMKEN *Technické parametry – Karat 9/600 KUA* [online] [cit. 2015-09-20]
Dostupné z: <http://www.lemken.cz/karat-49>.

OPALL-AGRI *Technické parametry – Triton, Merkur III* [online] [cit. 2015-09-19]
Dostupné z: <http://www.opall-agri.cz/radlickove-kyprice-merkur-iii-a-triton>.

PÖTTINGER *Technické údaje – Synkro 6030 T NOVA, Synkro K6020* [online]
[cit. 2015-09-19] Dostupné z: http://www.poettinger.cz/cs_cz/Produkte/Kategorie/60

SMS *Technická data – Finišer F3 600* [online] [cit. 2015-09-19] Dostupné z:
[http://www.smscz.cz/zemedelske-stroje/cz/produkty/radlickove-kyprice-
finisery/radlickovy-kypric-finiser-f3x/](http://www.smscz.cz/zemedelske-stroje/cz/produkty/radlickove-kyprice-finisery/radlickovy-kypric-finiser-f3x/)

7. PŘÍLOHY

Seznam obrázků

Obrázek 1- Metody kvalifikace preferencí mezi kritérii (BROŽOVÁ, a další, 2003)	26
Obrázek 2 - Fullerův trojúhelník (BROŽOVÁ, a další, 2003)	29
Obrázek 3 – metoda AHP (BROŽOVÁ, a další, 2003)	34
Obrázek 4 - metoda AHP pro hodnocení více experty (BROŽOVÁ, a další, 2003)	34
Obrázek 5 - Kuhn Cultimer L6000 (zdroj: http://www.kuhncenter.cz)	39
Obrázek 6 - Lemken Karat 9/600 KUA (zdroj: http://www.lemken.cz)	40
Obrázek 7 - Pöttinger Synkro 6030T Nova (zdroj: http://www.poettinger.cz)	40
Obrázek 8 - Köckerling Vector 620 (zdroj: http://www.koeckerling.cz)	41
Obrázek 9 - Hierarchie rozhodování farmáře	42
Obrázek 10 Využití programu MS Excel pro řešení rozhodovacího procesu pomocí metody AHP	49
Obrázek 11 Grafické vyjádření ohodnocení	50
Obrázek 12 - Schéma rozhodovací hierarchie a váhy expertů	51
Obrázek 13 Grafické vyjádření výsledků rozhodovacího procesu pro zemědělský podnik	61

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Rozdělení podmítačů na akceptované (A) a neakceptované (N) dle zadaných kritérií	38
Tabulka 2 - Celková tabulka stanovených kritérií výběru (K) a jejich hodnot u jednotlivých kypřičů	43
Tabulka 3 - Stanovení váhy kritérií Saatyho metodou	44
Tabulka 5 – Výchozí model hodnocení variant	45
Tabulka 6 - Porovnání variant z hlediska kritéria Kvalita zpracování půdy, váha 0,565	46
Tabulka 7 - Porovnání variant z hlediska kritéria Cena náhradních dílů, váha 0,270	46

Tabulka 8 - Porovnání variant z hlediska kritéria Cena stroje, váha 0,126	47
Tabulka 9 - Porovnání variant z hlediska kritéria Vzdálenost od SS, váha 0,039	47
Tabulka 10 - Pořadí variant podle metody AHP	48
Tabulka 15 - Stanovení vah pomocí Saatyho metody	52
Tabulka 16- Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria kvalita zpracování	52
Tabulka 17 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria cena ND	53
Tabulka 18 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria cena stroje	53
Tabulka 19 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria vzdálenost k SS	54
Tabulka 20 - Pořadí variant dle stanovených kritérií experta A	54
Tabulka 21 - Stanovení vah pomocí Saatyho metody	55
Tabulka 22 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria kvalita zpracování	55
Tabulka 23 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria cena ND	56
Tabulka 24 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria cena stroje	56
Tabulka 25 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria vzdálenost k SS	57
Tabulka 26 - Pořadí variant dle stanovených kritérií experta B	57
Tabulka 27 - Stanovení vah pomocí Saatyho metody	58
Tabulka 28 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria kvalita zpracování	58
Tabulka 29 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria cena ND	59
Tabulka 30 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria cena stroje	59
Tabulka 31 - Porovnání variant Saatyho metodou dle kritéria vzdálenost k SS	60
Tabulka 32 - Pořadí variant dle stanovených kritérií experta C	60
Tabulka 33 - Závěrečné výsledky získané metodou AHP	61