

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra Systémového inženýrství**



**Bakalářská práce**

**Výběr zahradního traktoru pro obec Malotice**

**Nicole Rauvolfová**

**© 2012 ČZU v Praze**

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Katedra systémového inženýrství

Provozně ekonomická fakulta

# **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Rauvolfová Nicole

Systemové inženýrství

Název práce

**Výběr zahradního traktoru pro obec Malotice**

Anglický název

**Selection of a garden tractor for the municipality Malotice**

---

## **Cíle práce**

Cílem bakalářské práce je za pomoci vhodných metod vícekritériálního rozhodování vybrat zahradní traktor, který bude nejlépe vyhovovat potřebám obce Malotice.

## **Metodika**

Nastudování odborné literatury, výběr vhodné metody pro výpočet, stanovení dostatečných aspiračních úrovní, uspořádání dat do přehledné tabulky a aplikace dané metody, interpretace výsledků a vyhodnocení

## **Harmonogram zpracování**

Literární přehled: 05/2011 - 10/2011

Vlastní práce: 11/2011 - 02/2012

Finalizace práce a odevzdání: 03/2012

## Rozsah textové části

30 - 40 stran

## Klíčová slova

Zahradní traktory, zahradní technika, vícekriteriální rozhodování, vícekriteriální analýza, Saatyho metoda, AHP, výběr optimální varianty

---

## Doporučené zdroje informací

BROŽOVÁ, Helena; HOUŠKA, Milan; ŠUBRT, Tomáš. Modely pro vícekriteriální rozhodování. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra systémového inženýrství, 2009. 178 s., ISBN 978-80-213-1019-3  
FOTR, Jiří, DĚDINA, Jiří. Manažerské rozhodování. VŠE v Praze, Fakulta podnikohospodářská. 1994. 170 s. ISBN-80-7079-939-0  
PLAMÍNEK, J. (2008), Řešení problémů a rozhodování. První vydání. Praha : Grada,. 144 s. ISBN 978-80-247-2437-9.  
RAMÍK, J. (1999): Vícekriteriální rozhodování - analytický hierarchický proces (AHP). 1.vyd. Slezská univerzita, Opava, 211 s., ISBN 80-7248-047-2

---

## Vedoucí práce

Houška Milan, Ing., Ph.D.

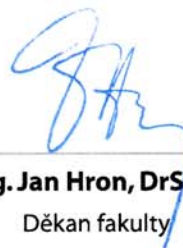
## Termín odevzdání

březen 2012



**doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.**

Vedoucí katedry



**prof. Ing. Jan Hron, DrSc., dr.h.c.**

Děkan fakulty

V Praze dne 2.3.2012

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci “Výběr zahradního traktoru pro obec Malotice“, vypracovala zcela samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s využitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány na konci práce. Jako autor této práce prohlašuji, že v souvislosti s jejím vypracováním nebyla porušena autorská práva třetích osob.

V Praze dne 25. 3. 2012

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce, Ing. Milanu Houškovi Ph.D., za cenné rady, odbornou pomoc a vstřícnost během konzultací při vypracování této práce. Dále děkuji představitelům obce Malotice, zejména paní starostce Radce Jirkovské, za ochotu a trpělivost při poskytování informací, potřebných k vypracování této práce.

# VÝBĚR ZAHRADNÍHO TRAKTORU PRO OBEC MALOTICE

---

## MULTIPLE CHOICE OF GARDEN TRACTOR FOR MUNICIPALITY MALOTICE

### *Souhrn*

Tato práce se zabývá problematikou praktického využití metod vícekriteriální analýzy variant. Tyto metody usnadňují člověku rozhodování v běžném i pracovním životě. Práce je členěna do dvou částí.

První, teoretická část, popisuje základní pojmy a postupy při použití metod vícekriteriální analýzy variant. Druhá část se zaměřuje na praktickou aplikaci těchto metod, konkrétně popisuje potřeby obce Malotice a má za úkol vybrat nejvhodnější zahradní traktor pro tuto obec, pomocí jedné vybrané metody.

### *Summary*

This thesis is focused on use multiple - criteria analysis methods in practice. These methods help people to decide in personal and work life. Thesis is divided into two parts.

First one, theoretical, describes basic terms and procedures in use of multiple – criteria analysis methods. Second part is focused on practical use of these methods, particularly describes requirements of municipality Malotice and its aim is to choose the most useful lawn tractor for this municipality, with one chosen method.

### *Klíčová slova*

Zahradní technika, zahradní traktory, vícekriteriální analýza, výběr optimální varianty, vícekriteriální rozhodování, varianta, kritérium, AHP

### *Key words*

Garden technics, lawn tractors, multiple – criteria analysis, choice of optimal option, multiple – criteria decision, option, kriteria, AHP

## OBSAH

1	ÚVOD.....	8
2	CÍL PRÁCE A METODIKA.....	9
2.1	Cíl práce .....	9
2.2	Metodika – přepsat do souvislého textu.....	9
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	10
3.1	Model vícekriteriální analýzy variant .....	10
3.1.1	Kritéria .....	11
3.1.2	Varianty .....	12
3.2	Metody řešení modelů vícekriteriální analýzy variant.....	14
3.2.1	Klasifikace úloh vícekriteriální analýzy variant .....	14
3.2.2	Saatyho metoda párového porovnávání .....	16
3.2.3	Analytický hierarchický proces .....	17
3.3	Využití metod vícekriteriální analýzy .....	20
4	Případová studie.....	22
4.1	Obec Malotice .....	22
4.2	Popis řešené situace.....	22
4.2.1	Kritéria výběru.....	24
4.2.2	Popis jednotlivých variant .....	27
4.3	Výpočet .....	31
5	ZÁVĚR .....	37
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	39

## 1 ÚVOD

Metody vícekriteriálního rozhodování hrají stále větší roli v běžných rozhodovacích situacích ze dvou hlavních důvodů. První je v tom, že téměř žádná rozhodovací situace není charakterizována pouze jedním kritériem, druhý není zcela zřejmý, ten tkví ve vývoji metod operační analýzy a rozpracování celé řady vícekriteriálních postupů.

Se situacemi, kdy je potřeba cokoliv rozhodnout se každý setkává ve svém běžném životě, málokdo však ví, že je možné si rozhodování usnadnit za pomoci matematických metod. Výběr lecčeho, podle více různých kritérií, není jen otázkou osobního života, ale týká se i státních institucí jako jsou např. nemocnice, složky IZS, ministerstva či obce při zadávání veřejných zakázek na koupi, výrobu, prodej apod. ...

Některá rozhodnutí, která s sebou nenesou žádné následky, jsou často rozhodována na základě osobní preference s tím, že pokud bude rozhodnutí špatné, nebude to znamenat problém. Aby člověk dosáhl vytouženého cíle, je pro rozhodnutí, která pro člověka mohou mít následky, a to zejména finanční, vhodné přizvat odborníka, který je znalý metod vícekriteriálního rozhodování a dokáže na základě preferencí stanovených zadavatelem vybrat nejlépe vyhovující variantu, která přinese zadavateli největší užitek bez rizika. Tyto metody velmi dobře slouží ve chvílích, kdy již není možné spoléhat na intuici, dokážou rozlišit i drobné nuance mezi zvolenými kritérii.

Pro rozhodovací proces je podstatné, aby vybrané řešení bylo nejen dostatečně kvalitní, ale také maximálně transparentní a podložitelné. Toto je třeba zdůraznit zejména při rozhodování o přidělení státních zakázek, kde je potřeba prokazatelností a průhledností výběru zabránit spekulacím o nezákonných praktikách.



## **2 CÍL PRÁCE A METODIKA**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem této práce je přiblížit čtenáři použití metod vícekriteriálního rozhodování a následně demonstrovat jejich praktické využití na konkrétním příkladu.

V první části jsou popsány nejdůležitější termíny a zásady pro sestavení modelu vícekriteriální analýzy, ve druhé byly poznatky z literární rešerše aplikovány na konkrétní soubor dat a provedeno vyhodnocení.

Na základě preferencí stanovených zadavatelem, v našem případě zastupiteli obce Malotice, byl doporučen zahradní traktor, který nejvíce vyhovovat potřebám obce.

### **2.2 Metodika**

K vyřešení problému výběru vhodného zahradního traktoru pro obec Malotice bylo potřeba zjistit potřebná data ze stránek prodejců či výrobců dané zahradní techniky, následně byly stanoveny aspirační úrovně, což vedlo ke značnému omezení dostupných variant. Následně byla za pomoci zástupců obce vybrána vhodná kritéria pro výběr a bylo provedeno ohodnocení a výpočet Saatyho metodou.

Na varianty, které prošly do výběru po aplikaci aspiračních úrovních, byla aplikována metoda AHP, výpočty byly provedeny v programu Excel 2007.

Nejvhodnější varianta, vzešlá z výpočtu byla doporučena k nákupu.

## 3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 3.1 Model vícekriteriální analýzy variant

Metody vícekriteriální analýzy variant mají za úkol vybrat jednu nebo více variant ze seznamu potenciálních variant na základě většího množství kritérií a doporučit ji k realizaci. V běžných situacích nejsou kritéria v souladu. Účelem analýzy vícekriteriálních rozhodovacích úloh je řešit konfliktní vztah mezi protikladnými kritérii. Cílem tedy může být výběr jedné varianty, která bude podkladem pro rozhodnutí. [1]

„Přístupy k vícekriteriálnímu hodnocení variant se dají odlišit podle povahy množiny variant, tvořící objekt hodnocení. Podle zadání přístupných variant lze rozlišit úlohy následovně:“ [2]

- Úlohy vícekriteriálního hodnocení variant, ve kterých jsou varianty zadány v konečném seznamu variant.
- Úlohy vícekriteriální optimalizace, ve kterých je množina variant teoreticky nekonečně velká a je vyjádřena soustavou omezujících podmínek. [2]

V této práci jsem se zabývala pouze metodami, ve kterých jsou varianty zadány v konečném seznamu, a za optimální variantu jsem považovala variantu, která vyšla v pořadí jako první.

V úlohách vícekriteriální analýzy variant je dána konečná (diskrétní) množina  $p$  variant, které jsou hodnoceny podle  $k$  kritérií. Cílem je nelézt variantu, která je podle všech kritérií celkově hodnocena co nejlépe (variantu „optimální“ či kompromisní), případně seřadit varianty od nejlepší po nejhorší nebo vyloučit neefektivní varianty.

Máme – li hodnocení podle variant kvantifikováno, můžeme údaje uspořádat do kriteriální matice  $\mathbf{Y}$ , kde prvek  $y_{ij}$  vyjadřuje hodnocení  $i$ -té varianty podle  $j$ -tého kritéria. V matici  $\mathbf{Y} = (y_{ij})$  sloupce odpovídají kritériím a řádky hodnoceným variantám. [3]

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

Prvky modelu vícekriteriální analýzy variant:

- I. Alternativy rozhodnutí – varianty  $a_i, i=1, \dots, m$  (možná rozhodnutí)
- II. Kritéria  $k_j, j=1, \dots, n$  (jednotlivá kritéria, podle nichž jsou varianty hodnoceny)
- III. Kriteriální hodnoty  $v_{ij}, i=1, \dots, m; j=1, \dots, n$  (ohodnocení či preference variant podle jednotlivých kritérií)
- IV. Preference kritérií  $j=1, \dots, n$  (informace o důležitosti jednotlivých kritérií) [3]

### 3.1.1 Kritéria

Kritérium je hledisko hodnocení variant.

Kritéria rozeznáváme **dle povahy** na:

- Kritéria **maximalizační** (čím vyšší hodnota, čím lepší ohodnocení)
- Kritéria **minimalizační** (čím nižší hodnota, tím lepší ohodnocení)

Nejvýhodnější bývá pracovat s maticí, ve které jsou všechna kritéria stejné povahy a to nejlépe maximalizační. Převod kritérií minimalizačních na maximalizační či na opak, se nejčastěji provádí dvěma způsoby:

- a) Vynásobením celého sloupce kriteriální matice hodnotou -1

$$y'_{ij} = -y_{ij}$$

- b) Výpočtem hodnot, které udávají zlepšení oproti nejhorší variantě

$$y'_{ij} = y_{ij} - \max(y_{ij})$$

Dle kvantifikovatelnosti rozeznáváme kritéria:

- **Objektivní** – Kritéria zachycující objektivně měřitelné údaje
- **Subjektivní** – Kritéria subjektivně odhadnuté měřitelem, nelze je matematicky objektivně změřit. V těchto případech se nejčastěji používá převod na bodové ohodnocení či relativní hodnocení variant

Pro výpočty je třeba stanovit preference jednotlivých kritérií, aby nedošlo k výběru nevhodné varianty z důvodu dobrého ohodnocení u ne-zcela důležitého kritéria.

### 3.1.2 Varianty

Varianty jsou konkrétní možnosti řešení rozhodovacího problému.

#### 3.1.2.1 Dominovaná varianta

Předpokládejme všechna kritéria maximalizační. Varianta  $a_i$  dominuje variantu  $a_j$ , jestliže platí  $(y_{i1}, y_{i2}, y_{i3}, \dots, y_{ik}) \geq (y_{j1}, y_{j2}, y_{j3}, \dots, y_{jk})$ , a existuje alespoň jedno kritérium  $f_l$  takové, že platí  $y_{il} > y_{jl}$  [3]

#### 3.1.2.2 Paretoovská varianta

Varianta, která není dominovaná žádnou jinou variantou, je nedominovaná varianta, často také nazývána *efektivní* nebo *paretoovská*. Množinu všech nedominovaných variant označíme  $A_N$ .

Každá paretoovská varianta dosahuje lepšího hodnocení podle nějakého kritéria za cenu zhoršení jiného kritéria. Jelikož cílem těchto modelů je vybrat variantu nejlepší, bereme v úvahu pouze varianty nedominované [3]

#### 3.1.2.3 Ideální a bazální varianta

Ideální varianta je hypotetická varianta, která dosahuje ve všech kritériích současně nejlepších možných hodnot.

Bazální varianta je hypotetická varianta, jejíž ohodnocení dosahuje nehorších možných hodnot podle všech kritérií.

Kdyby ideální varianta reálně existovala, byla by jedinou nedominovanou variantou, a tak i jednoznačně optimální variantou. [3]

#### **3.1.2.4 Kompromisní varianta**

Kompromisní varianta je varianta, která má od ideální varianty nejmenší vzdálenost podle vhodné metriky (vhodný způsob měření).

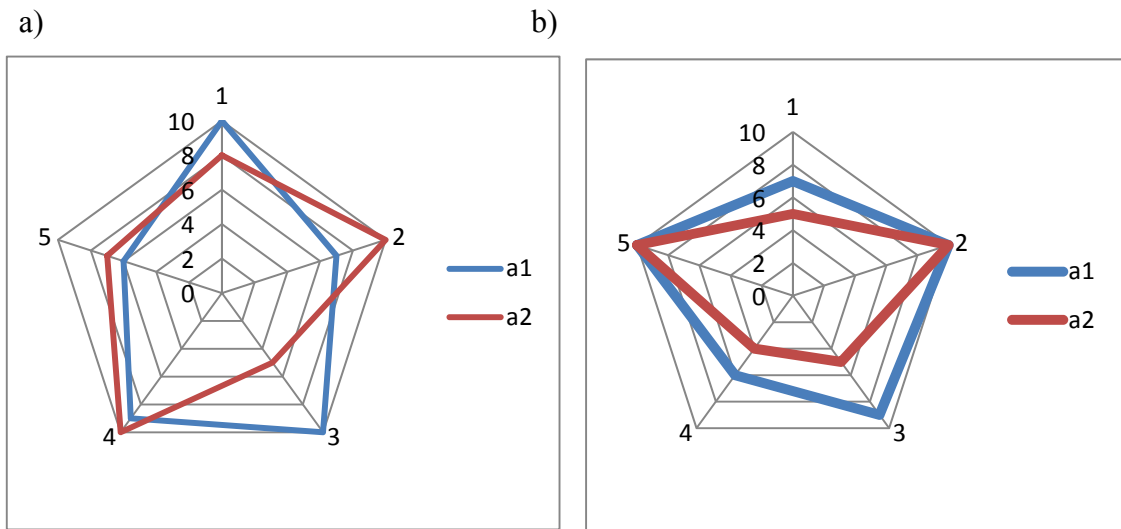
Kompromisní varianta je jediná nedominovaná varianta doporučená jako řešení problému. Vzdálenost od ideální varianty je tedy chápána jako míra splnění požadavků rozhodovatele na její ohodnocení. Výběr kompromisní varianty závisí na použitém postupu řešení, takže použitá metrika je v této metodě již definována. [3]

#### **3.1.2.5 Grafické znázornění variant**

Pro názornou ilustraci úvah a pro pochopení celého problému a v některých případech i pro jeho řešení je vhodné použít grafické znázornění údajů modelu. Nejpoužívanější je zobrazení v hvězdicové (paprskové) soustavě, ve které poloosy začínají v počátku a svírají mezi sebou úhel  $\frac{2\pi}{k}$ . Na osách je pak vyznačen koncový bod jako průsečík os a vhodné kružnice se středem v počátku. [3]

Na každé z poloos zkonstruujeme stupnici, která má v počátku  $S$  hodnotu danou ohodnocením bazální varianty a v koncovém bodě hodnotu danou ohodnocením ideální varianty. Variantu  $a_i$  s ohodnocením  $(y_{i1}, \dots, y_{ik})$  v této soustavě znázorníme jako  $k$ -tici bodů, které jsou spojeny úsečkami, takže dostaneme polygon.

Varianty  $a_1$  a  $a_2$  jsou nedominované, prolínají-li se jejich polygonální zobrazení (obr. 1a). Varianta  $a_1$  dominuje variantu  $a_2$ , jestliže polygon dominující varianty obsahuje polygon varianty dominované (obr. 1b).



Obrázek 1 – Nedominované a dominované varianty [3]

## 3.2 Metody řešení modelů vícekriteriální analýzy variant

### 3.2.1 Klasifikace úloh vícekriteriální analýzy variant

Úlohy vícekriteriální analýzy variant lze klasifikovat dle dvou základních hledisek:

- Podle cíle řešení úlohy
- Podle informace, s jakou úloha pracuje

Podle cíle řešení dělíme úlohy na tři základní typy:

- **Úlohy, jejichž cílem je výběr jedné varianty, označené jako kompromisní**

V těchto úlohách jde o to, vybrat z množiny možných variant tu, která je podle zadaných kritérií, jistým způsobem nejlepší. Pojem nejlepší je velmi relativní, a tak záleží především na výběru vhodné metody – ORESTE, TOPSIS, váženého součtu a další.

- **Úlohy, jejichž cílem je úplné uspořádání, resp. kvaziuspořádání, množiny variant**

Varianty jsou obvykle řazeny od nejlepší po nejhorší. Vhodné metody jsou stejné jako u předchozí skupiny.

- **Úlohy, jejichž cílem je rozdělení variant na dobré a špatné**

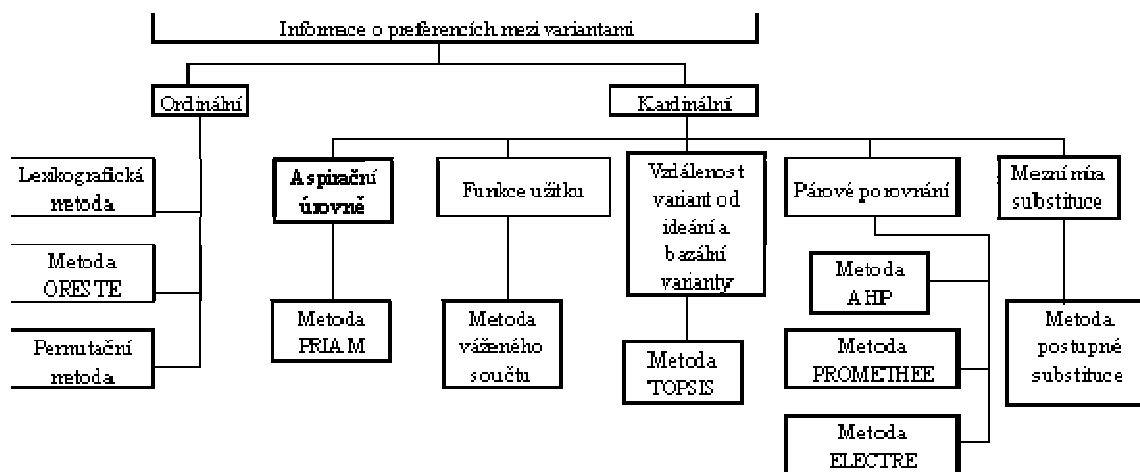
V těchto úlohách nejde o uspořádání variant, nýbrž o rozhodnutí o vhodnosti či nevhodnosti dané varianty. Typickým příkladem je hodnocení bonity klientů bankou, která rozhoduje o poskytnutí úvěru.

Při řešení těchto úloh musí rozhodovatel určit, zda bude možná kompenzace horších kritérií vysokými hodnotami lepších. [4]

Podle **typu informace**, kterou máme o preferencích mezi kritérii k dispozici:

- **Žádná informace** – neexistuje informace o preferenci, lze použít pouze při porovnávání kritérií mezi sebou
- **Nominální informace** - lze použít pouze při porovnávání kritérií mezi sebou, je vyjádřena pomocí *aspiračních úrovní*, tj. nejhorších možných, při kterých bude varianta akceptována
- **Ordinální informace** – vyjadřuje uspořádání kritérií podle důležitosti nebo uspořádání variant podle ohodnocení dle daného kritéria
- **Kardinální informace** – typ informace kvantitativního charakteru, v případě preference kritérií se jedná o *váhy*, v případě ohodnocení variant se jedná o číselné vyjádření tohoto ohodnocení, které nezávisí na množině porovnávaných variant[3]

Pokud je možné z některého typu informace odvodit vektor vah, znamená to, že zároveň je možné z tohoto vektoru určit pořadová čísla důležitosti každého kritéria, pokud by některá z metod stanovení preference mezi variantami tato pořadová čísla potřebovala. Analogicky je možné uvést přehled metod zpracování informací o preferencích mezi variantami: [4]



Obrázek 2 – Metody kvantifikace preferencí mezi variantami [4]

### 3.2.2 Saatyho metoda párového porovnávání

Tato metoda slouží k určení vah kritérií, je-li hodnocení prováděno jedním expertem. Jedná se o metodu kvantitativního párového porovnávání kritérií. Při vytváření párových srovnání se používá 9 bodová stupnice a je možné používat i mezistupně:

1 - Rovnocenná kritéria

3 - Slabě preferované kritérium  $i$  před  $j$ / - Slabě nepreferované kritérium  $i$  před  $j$

5 - Silně preferované kritérium  $i$  před  $j$ / - Silně nepreferované kritérium  $i$  před  $j$

7 - Velmi silně preferované kritérium  $i$  před  $j$ / - Velmi silně preferované kritérium  $i$  před  $j$

9 - Absolutně preferované kritérium  $i$  před  $j$ / - Absolutně preferované kritérium  $i$  před  $j$

Expert porovnává každou dvojici kritérií a velikosti preferencí  $i$ -tého kritéria vzhledem k  $j$ -tému a zapíše je do matice  $S$ . Jsou-li  $i$ -té a  $j$ -té kritérium rovnocenná, je  $s_{ij} = 1$ , preferuje-li slabě  $i$ -té kritérium před  $j$ -tým, je  $s_{ij} = 3$ , preferuje-li silně  $i$ -té kritérium před  $j$ -tým, je  $s_{ij} = 5$ , při velmi silné preferenci  $i$ -tého kritéria před  $j$ -tým je  $s_{ij} = 7$  a při absolutní preferenci je  $s_{ij} = 9$ . [3]



Na diagonále Saatyho matice jsou jedničky – každé kritérium je samo sobě rovnocenné a pod diagonálou jsou převrácené hodnoty preferencí.

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

Pro každé kritérium se vypočte geometrický průměr čísel

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

Váhy se z těchto hodnot vypočtou tak, že se tyto hodnoty vydělí svým součtem, neboť suma vah musí být rovna 1:

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^k b_i} \quad [3]$$

Každá Saatyho matice musí splňovat hodnotu indexu konzistence  $I_c < 0,1$ . Tato hodnota  $I_c$  zajišťuje princip tranzitivity – přenositelnosti preferencí, tzn. je-li A preferováno před B, B je preferováno před C, pak A musí být preferováno před C.

$I_c = \frac{l_{max}-k}{k-1}$ , kde  $l_{max}$  je největší vlastní číslo Saatyho matice, tj. největší kořen polynomu, který získáme, jestliže determinant matice  $(S - l_{max}E)$  položíme roven nule

### 3.2.3 Analytický hierarchický proces

Ve složitějších rozhodovacích úlohách je potřeba snáze se zorientovat, proto v 70. letech 20. století vytvořil profesor Thomas D. Saaty metodu analytického hierarchického procesu (dále jen AHP), kterou se svými kolegy rozvinul jako praktický nástroj k řešení těchto úloh.

AHP se dá popsat jako metoda rozkladu složité nestrukturované situace na jednodušší části - tzv. hierarchický systém. Poté pomocí subjektivního hodnocení párového porovnávání tato metoda přiřazuje jednotlivým komponentům

číselné hodnoty, které vyjadřují jejich relativní důležitost. Následnou syntézou těchto hodnocení se pak stanoví komponenta s nejvyšší prioritou.[7]

Tento hierarchický systém se skládá z několika úrovní a na každé z nich se použije Saatyho metoda kvantitativního párového porovnání. Pomocí subjektivních hodnocení párového porovnání jsou jednotlivým komponentám přiřazeny kvantitativní charakteristiky vyjadřující jejich důležitost. Spojením těchto hodnocení stanovíme komponentu s nejvyšší prioritou, na níž se rozhodovatel zaměří s cílem získat řešení rozhodovacího problému.

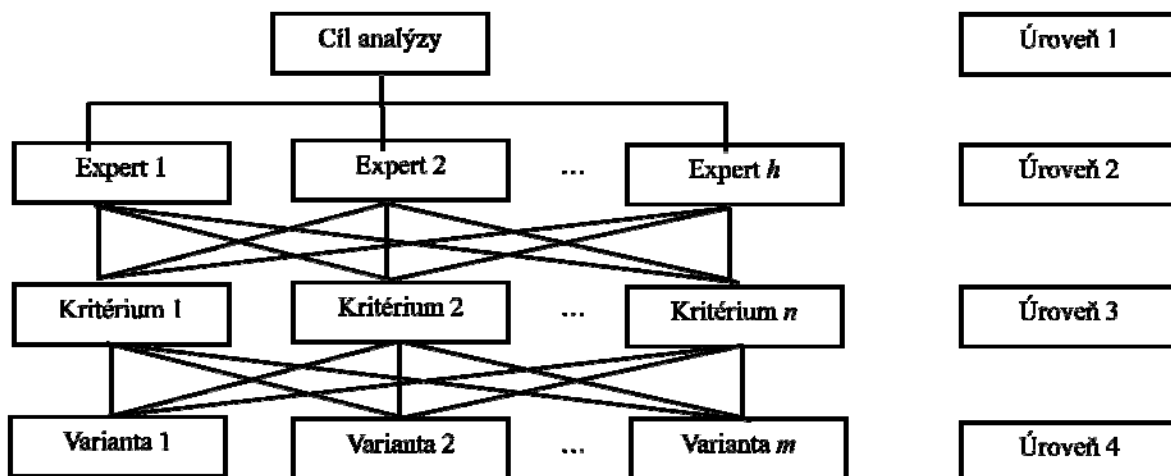
Metodu je možné použít pro jakýkoliv typ informace o preferenčních vztazích mezi komponentami modelu. Musí však z této informace určit směr a intenzitu preference mezi všemi páry porovnávaných komponent. [4]

Uspořádání jednotlivých úrovní hierarchické struktury odpovídá uspořádání od obecného ke konkrétnímu. Nejvyšší úroveň hierarchie obsahuje vždy pouze jeden prvek, který definuje cíl analýzy. Tomuto prvku lze přiřadit hodnotu jedna, která je potom rozdělena mezi prvky na druhé úrovni. Podobně se hodnota každého prvku dělí i na dalších nižších úrovních hierarchie, až dostaneme ohodnocení prvků nejnižšího stupně, tedy variant. Typická jednoduchá úloha vícekriteriální analýzy variant obsahuje následující úrovně:

Úroveň 1 – cíl analýzy (např. uspořádání variant),

Úroveň 2 – kritéria vyhodnocování,

Úroveň 3 – posuzované varianty.



Obrázek 3 – Hierarchická struktura typické úlohy vícekritériální analýzy variant [4]

Obdobným způsobem jako mezi kritérii se určí také vztahy mezi všemi komponentami na každé úrovni hierarchie. Pokud máme jednoduchou tříúrovňovou hierarchii (jeden cíl,  $n$  kritérií s váhami  $v_j$  pro  $j = 1, \dots, n$ ,  $m$  variant  $a_i$  pro  $i = 1, \dots, m$ ), bude na druhé úrovni hierarchie matice párového porovnání rozměru  $n \times n$  a na poslední úrovni hierarchie dostaneme  $n$  matic rozměru  $m \times m$ , ve kterých párově porovnáváme ohodnocení variant podle jednotlivých kritérií.

Pomocí propočtů v těchto maticích si vlastně varianty “rozdělují” hodnotu váhy příslušného kritéria, pro které se každá matice konstruuje. Pokud tedy pro každou variantu vypočteme součet hodnot pro všechna kritéria, dostaneme její hodnocení z hlediska všech kritérií, které tvoří podklad pro úplné uspořádání variant.[4]

Jako nejlepší varianta je vybrána ta s nejvyšším celkovým ohodnocením.

### 3.3 Využití metod vícekriteriální analýzy

Jak již bylo řečeno na začátku, metody vícekriteriálního rozhodování mají široké využití v běžném životě.

Douša [8] ve své práci aplikoval metody vícekriteriálního rozhodování na výběr osobního automobilu z autobazaru. Aspiračními úrovněmi omezil počet přípustných vozů, vůz nesměl být bouraný, musel mít pouze jednoho předchozího majitele a musel mít k dispozici servisní knížku. Vybrané automobily hodnotil podle 11 kritérií, kterým udělil váhy dle vlastního uvážení. Pro výběr použil 5 metod a to metodu PRIAM, metodu ORESTE, metodu váženého součtu, metodu AHP a metodu TOPSIS. Stejného vítěze měly pouze 3 metody, zbylé dvě poukázaly každá na jiný model vozu. Autor poukazuje na to, že metoda AHP vyzdvihla varianty s extrémními hodnotami ve velmi důležitých kritériích, nicméně díky náročnému výpočtu doporučuje, v případě použití této metody, omezit počet variant dalšími aspiračními úrovněmi.

Novák [9] využil metod vícekriteriálního rozhodování k hledání vhodného způsobu, jak snížit náklady na dopravu v pivovaru v Havlíčkově Brodu. Na základě vnitropodnikové analýzy rozvozu piva, bylo potřeba vybrat vhodný typ nákladního vozu, který by vyhovoval potřebám podniku. Pomocí vhodných aspiračních úrovní vybral 6 různých nákladních aut světových výrobců, které porovnával podle 4 kritérií: potřeba vozidel, roční náklady na provoz, pořizovací cena a spotřeba PHM. Tato kritéria byla ohodnocena dle zadání podniku. Nejvhodnější variantu vybral pomocí metody TOPSIS a metody váženého součtu, nicméně bylo potřeba porovnat maximální finanční úsporu pro podnik, při různých poměrech využití vlastní a nájemné dopravy. Jako nejvýhodnější způsob se projevila koupě vozu Scania a ne úplné vypuštění využívání nájemné dopravy.

Vícekriteriální analýzy využil i Kumpan [10], při výběru vhodného nosiče výměnných nástaveb pro Správu a údržbu silnic Plzeňského kraje. Práci a její výsledky bylo potřeba přizpůsobit zákonu č. 137 / 2006 Sb. o veřejných zakázkách ve znění pozdějších úprav, aby bylo docíleno dodržení pravidel pro zadávání veřejných zakázek v tomto sektoru. Počet přijatelných variant podvozku byl omezen využitím aspiračních úrovní a to: užitečná hmotnost max. 11t, pohon 4x4, rozvor kol 3600-3900mm, 3 místa pro posádku, zesílený rám podvozku a nutným kritériem byla existence hydraulického okruhu pro pohon nástaveb. Nakonec vybíral ze 6 variant podle 6 kritérií v režimu veřejné

zakázky, kde je hlavním požadavkem transparentnost výběrového řízení. Zákon o veřejných zakázkách neomezuje výběr metody pro stanovení vah kritérií, nicméně metoda musí být v souladu s cílem zakázky a musí být použita právě 1, jejíž výsledky musí být zveřejněny v zadání výběrového řízení. Byla zvolena Saatyho metoda párového porovnání a pro výběr kompromisní varianty metoda váženého součtu z důvodu jednoduchosti a transparentnosti. Ve své práci autor provedl i výpočet dalšími metodami, pro předvedení možných postupů, pokud by se jednalo o soukromoprávní výběr, tj. ne v režimu veřejné zakázky, pro kterou jsou zákonem stanovená pevná pravidla.

## 4 Případová studie

### 4.1 Obec Malotice

Obec Malotice leží asi tak v půlce cesty z Prahy na Kutnou Horu, přibližně uprostřed obrazce, ohraničeného městy Říčany, Český Brod, Kolín a Sázava, v nadmořské výšce 315 m.n.m.. V obci má trvalé bydliště 296 obyvatel, součástí správního celku je i přilehlá obec Lhotky, celková rozloha katastrálního území činí 8,5 ha a v katastru nemovitostí je vedeno celkem 179 aktivních čísel popisných (tj. stojících budov).

První zmínky o této obci se datují do let okolo roku 1200, nedostatek písemných pramenů z této doby však neumožňuje bližší poznání tehdejších poměrů. Během své historie byla obec v držbě mnoha českých šlechtických rodů, v obci se dochovaly i mnohé historické památky jako např. gotický farní kostel sv. Matouše postaveného rodem Vladyků v roce 1309, který byl během Třicetileté války z velké části zničen, během 17. století obnoven, koncem 19. století opět téměř celý zbourán a poté byl na jeho místě r. 1904 postaven neorománský kostel, který si však zachoval mnohé vybavení z dob dřívějších. Další významnou památkou obce je gotická tvrz na břehu "horního rybníka" z let okolo roku 1400 – první zmínka o ní se datuje do roku 1408.

Dnes je obec samostatně fungující správní jednotkou, vedenou sedmi členným zastupitelstvem, v čele se starostkou paní Radkou Jirkovskou, která byla do funkce zvolena při předčasných volbách, po vyvrcholení dlouhodobých neshod s předchozím starostou, v létě 2011.

### 4.2 Popis řešené situace

Celková rozloha pozemků ve vlastnictví obce činí 261 164 m<sup>2</sup>, z čehož je 7 290 m<sup>2</sup> zastavěné plochy, zbytek tvoří lesy, pole a cca 6000 m<sup>2</sup> trávy, kterou je třeba pravidelně udržovat. Největší souvislou plochu zabírá obecní hřiště na volejbal a nohejbal, obecní hřbitov a prostory okolo chovného rybníka v dolní části obce. V současné době je tato zeleň a travní plocha udržována za pomoci 1 křovinořezu zn., 2 travních sekaček s pojezdem a sběrným košem a dále několika kusů ručního nářadí. Tyto stroje a nářadí jsou však zastaralé, poruchové a již nevyhovující potřebám moderně se rozvíjející obce.

Obsluhu těchto strojů provádí vyškolení pracovníci - zaměstnanci obce ale často také dobrovolníci z řad občanů. K usnadnění údržby a urychlení práce se obec rozhodla pro koupi 4 kolového žacího stroje typu traktor. Pro jeho koupi jí byla dne 5. 12. 2011 přiznána dotace evropská ve výši 94 444Kč, což činí 70% částky, za kterou je možné požadovaný stroj pořídit.

Zadavatel není povinen podle zákona 137/2006 § 18 zadávat veřejné zakázky malého rozsahu; veřejný zadavatel je však povinen dodržet zásady uvedené v § 6, čímž se rozumí dodržovat zásady transparentnosti, rovného zacházení a zákazu diskriminace. [6]

V prodejní nabídce existuje několik druhů 4 kolových žacích strojů a to:

- I. Ridery (obrázek č.4a)
- II. Front mowery (obr. č.4b)
- III. Traktory (obr. č.4c)



**Obr.4 a)**



**b)**



**c)**

**Zdroj: [www.namir.cz](http://www.namir.cz)**

Rider je jednořadový žací stroj s jednoválcovým motorem, nacházejícím se pod sedačkou obsluhy. Sečení se nachází mezi nápravami a zajišťují ho – stejně jako pohon pojezdu – klínové řemeny.

Front mower představuje typ rideru, který má sečení umístěno před přední nápravou. Většina těchto strojů je mulčovací a disponuje hydrostatickým pojezdem, přičemž motor bývá ve většině případů dvouválcový a nachází se až úplně vzadu, za sedačkou obsluhy pod plastovým krytem.

Běžný zahradní traktor disponuje sběrným košem. Motor se nachází vpředu nad přední nápravou a je jedno- nebo dvouválcový, v některých profi strojích i naftový. Sekačka bývá jednořadová až třířadová (podle záběru).

Má zadní nebo boční výhoz přímo do sběracího koše či na plochu. Pojezd je mechanický nebo hydrostatický. Pohon sečení obstarává ozubený řemen. [5]

Obec se rozhodla pro koupi klasického zahradního traktoru se zadním výhozem, díky možnosti využití sběrného koše, jednoduchosti a pohodlnosti obsluhy a možnosti využití v mírně členitém obecním terénu. Nezbytným kritériem je možnost mulčování, vzhledem k omezeným možnostem odvozu posečené trávy.

#### **4.2.1 Kritéria výběru**

Stanoveným cílem je výběr nejvhodnějšího zahradního traktoru, nejlépe vyhovujícího zadaným kritériím. Po konzultaci s představiteli obce bylo vybráno celkem 8 kritérií, které rozhodnou o konečném výběru zahradního traktoru pro tuto obec.

Prvním nezbytným kritériem, nezahrnutým v seznamu je možnost mulčování trávy, traktory prodávané bez umlčovacího příslušenství neprošly do užšího výběru.

Do užšího výběru bylo vybráno 6 zahradních traktorů od celkem 5 výrobců, na základě následujících aspiračních úrovní:

- a) Minimální šíře záběru 102 cm
- b) Maximální šíře stroje 130 cm – omezení vymezeno šířkou vjezdu do vybraného parkovacího prostoru pro tento stroj
- c) Maximální cena 130 000 Kč – dáno hodnotou přidělené dotace
- d) Maximální vzdálenost autorizovaného servisu v km je 50km. Vzdálenost je měřena serverem [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) za použití hledání trasy a volby “nejkratší cesta“.
- e) Minimální objem palivové nádrže 10l – maximalizace doby provozu bez doplnění
- f) Minimální výkon 15kW – z důvodu členitosti terénu je potřeba dostatečný výkon

Vzhledem k tomu, že obec nemá k dispozici znalce v této oblasti, aby posoudil kvalitu jednotlivých značek, nebude kritérium značky výrobce použito během výpočtů; nebylo by transparentní, pokud by pořadí značek stanovily subjektivní preference zastupitelů.



Výčet vybraných dodavatelů:

- |               |             |
|---------------|-------------|
| 1. Mountfield | 3. Yard Man |
| 2. Cub Cadet  | 4. Snapper  |
|               | 5. StarJet  |

### **1) Cena**

Díky přidělení dotace pro nákup je snaha o co nejlepší využití této částky, proto byly do užšího výběru vybírány traktory nad 89 tisíc díky omezení technických parametrů a kritérium bude minimalizováno. Horní hranice je uměle vytvořena částkou dotace, do výběru pro výpočty nebyly vybrány traktory, přesahující tuto hranici.

### **2) Vzdálenost autorizovaného servisního místa**

Toto kritérium je považováno za jedno z nejdůležitějších, vzhledem k předpokládaným častým záručním i pozáručním kontrolám a opravám z důvodu velkých nároků kladených na chod stroje. Jednotlivé vzdálenosti jsou měřeny v kilometrech serverem [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) za použití funkce "hledání trasy". Vzdálenost je vyžadována co nejkratší.

### **3) Výkon motoru**

Pro pohon zahradního traktoru je nejlepší volbou motor s minimálním výkonem dvanácti koní.[5] Vyšší výkon znamená vyšší rychlost práce, ale i vyšší spotřebu paliva. Hodnoty výkonu jsou zadány v kilowattech, výkon motoru chceme maximalizovat.

### **4) Objem palivové nádrže**

Od velikosti objemu palivové nádrže se odvíjí doba provozu stroje, kterou je potřeba maximalizovat, aby byl ušetřen čas a snížena frekvence doplnění nádrže a byla eliminována nutnost manipulace s náhradním palivem během práce mj. z důvodu bezpečnosti. Objem je měřen v litrech a údaje jsou převzaty ze stránek výrobců.

### 5) Šíře záběru

Pro plochy nad 3000 m<sup>2</sup> se doporučuje použít traktor s minimální šíří záběru 102cm.[5] Čím je větší šíře záběru, tím je rychlejší celková rychlost sečení. Velkou šíří záběru ocení pracovníci zejména na rozsáhlých rovinných obecních plochách.

Toto kritérium je měřeno v cm a bude maximalizováno.

### 6) Objem sběrného koše

Čím větším sběrným košem traktor disponuje, tím méně často je pracovník nucen přerušovat práci kvůli nutnosti jeho vysypávání. Ač bude nejčastěji využívána možnost mulčování, tak vzhledem k omezeným možnostem způsobu odvozu posečené trávy obec vyžaduje co největší možný objem sběrného koše, který je měřen v litrech.

Objem sběrného koše bude maximalizován.

#### 4.2.1.1 Váhy kritérií

Váhy jednotlivých kritérií, byly stanoveny na základě vzájemných preferencí pomocí Saatyho matice, pro zpřehlednění tabulky byly kritéria označena K1-K6, dle pořadí viz. výše.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Geom.průměr	Váha %
K1	1	2	3	9	8	8	3,888322594	0,412631
K2	1/2	1	2	9	5	7	2,608465471	0,276812
K3	1/3	1/2	1	8	3	5	1,647548972	0,174839
K4	1/9	1/9	1/8	1	1/3	1/5	0,216465633	0,022971
K5	1/8	1/5	1/3	3	1	2	0,606962231	0,064411
K6	1/8	1/7	1/5	5	1/2	1	0,455474075	0,048335
							9,423238978	1

Tabulka 1 – Saatyho matice vah kritérií, Zdroj: Autor

Hodnoty preferencí byly stanoveny dohodou zastupitelů obce, výsledné váhy kritérií jsou následovné:

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1. 41,26 % Cena                                 | 4. 6,44 % Šíře záběru           |
| 2. 27,68 % Vzdálenost<br>autorizovaného servisu | 5. 4,83 % Objem sběrného koše   |
| 3. 17,68 % Výkon motoru                         | 6. 2,30 % Objem palivové nádrže |

## 4.2.2 Popis jednotlivých variant

### 1. Cub Cadet 1024 RD-N

Motor	Kawasaki OHV
Záběr	105 cm
Výška sekání	20-100 mm
Objem koše	350 l
Výkon	17,6/24 kW/PS
Počet válců	2-V Twin
Kola	15x6/18x9,5
Převodovka	Hydrostatická
Počet nožů	2
Objem nádrže	10 l
Cena	105 974 Kč



Obr. č. 5, Zdroj: [www.namir.cz](http://www.namir.cz)

Tabulka 2 – Parametry varianty 1, Zdroj: [www.namir.cz](http://www.namir.cz)

## 2. Cub Cadet 1024 RD-N

Motor	Kawasaki OHV
Záběr	122 cm
Výška sekání	20-100 mm
Objem koše	400 l
Výkon	17,6/24 kW/PS
Počet válců	2-V Twin
Kola	15x6/18x9,5
Převodovka	Hydrostatická
Počet nožů	2
Objem nádrže	10 l
Cena	114 989 Kč



Obr. č. 6, Zdroj [www.domovazahrada.cz](http://www.domovazahrada.cz)

Tabulka 3 – Parametry varianty 2, Zdroj: [www.namir.cz](http://www.namir.cz)

## 3. Mountfield XHX 240

Motor	Briggs&Stratton
Záběr	122 cm
Výška sekání	20-100 mm
Objem koše	360 l
Výkon	17,6/24 kW/PS
Počet válců	2
Kola	16x6,5/20x10
Převodovka	Hydrostatická
Počet nožů	2
Objem nádrže	10 l
Cena	116 440 Kč



Obr. č. 7, Zdroj [www.mountfield.cz](http://www.mountfield.cz)

Tabulka 4 – Parametry varianty 3, Zdroj: [www.mountfield.cz](http://www.mountfield.cz)

#### 4. Snapper ELT 2440RD

Motor	Briggs&Stratton
Záběr	102 cm
Výška sekání	25-85 mm
Objem koše	300 l
Výkon	17,6/24 kW/PS
Počet válců	2
Kola	15x6/18x9,5
Převodovka	Hydrostatická
Počet nožů	2
Objem nádrže	12 l
Cena	89 291 Kč



Obr. č.8, Zdroj [www.mowersandmore.eu](http://www.mowersandmore.eu)

Tabulka 5 – Parametry varianty 4, Zdroj: [www.namir.cz](http://www.namir.cz)

#### 5. StarJet Exclusive AJ 102-23 (p6)

Motor	Briggs&Stratton
Záběr	102 cm
Výška sekání	25-85 mm
Objem koše	360 l
Výkon	17,15/23 kW/PS
Počet válců	2
Kola	16x6,5/20x10
Převodovka	Hydrostatická
Počet nožů	2
Objem nádrže	14 l
Cena	130 000 Kč



Obr. č. 9, Zdroj: [www.namir.cz](http://www.namir.cz)

Tabulka 6 – Parametry varianty 5, Zdroj: [www.namir.cz](http://www.namir.cz)

## 6. Yard Man HN 5220 K Deluxe

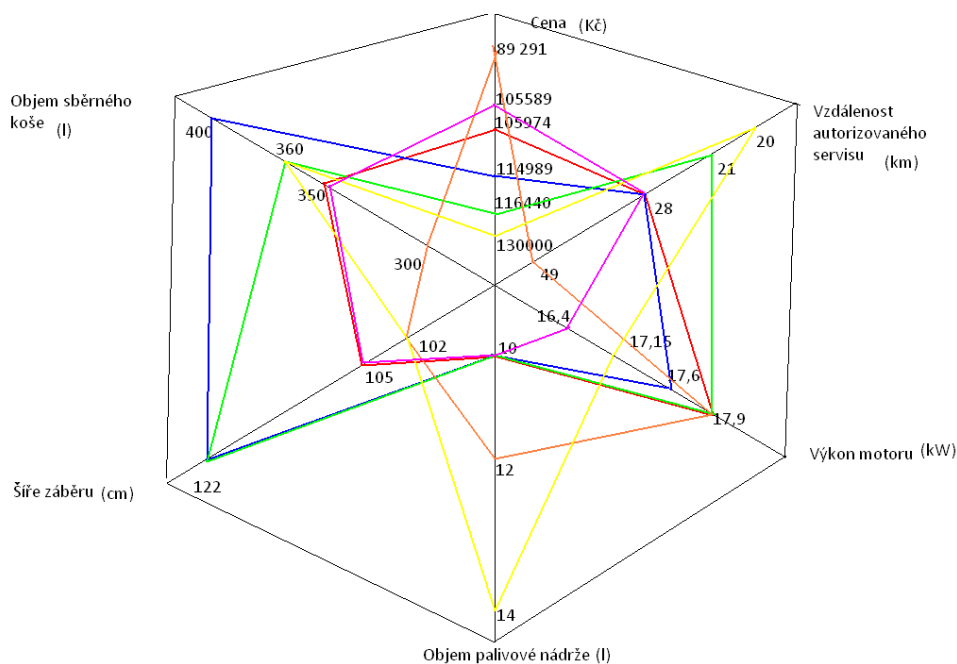
Motor	Kawasaki OHV
Záběr	105 cm
Výška sekání	25-85 mm
Objem koše	350 l
Výkon	16,4/22 kW/PS
Počet válců	2
Kola	15x6 / 18x9,5
Převodovka	Hydrostatická
Počet nožů	2
Objem nádrže	10 l
Cena	105 589 Kč



Obr. č 10, Zdroj [www.nakupka.cz](http://www.nakupka.cz)

Tabulka 7 – Parametry varianty 6, Zdroj: [www.namir.cz](http://www.namir.cz)

## 4.3 Výpočet



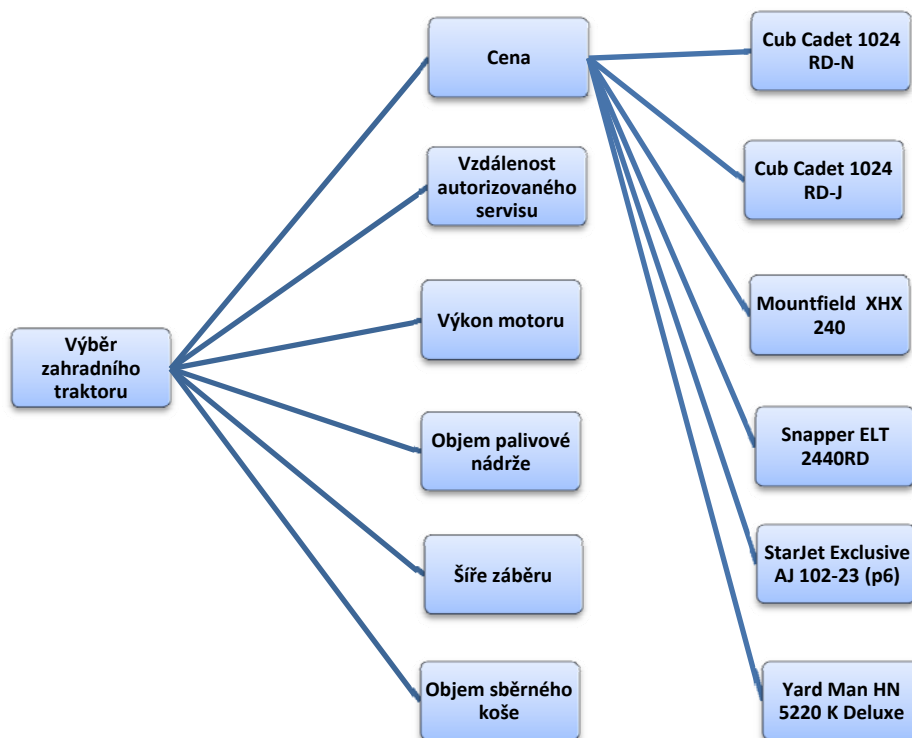
**Obrázek 11 – Dominance variant**

Vzhledem k neexistenci dominující varianty bylo potřeba nalézt nejvhodnější variantu některou z vhodných metod. Výběr byl proveden za pomoci metody AHP a využití programu Excel 2007 a následujícími vstupními daty:

	min	min	max	max	max	max
	Cena (Kč)	Vzdálenost autorizovaného servisního místa (km)	Výkon motoru (kW)	Objem palivové nádrže(l)	Šíře záběru (cm)	Objem sběrného koše (l)
<b>Cub Cadet 1024 RD-N</b>	105974	28	17,9	10	105	350
<b>Cub Cadet 1024 RD-J</b>	114989	28	17,6	10	122	400
<b>Mountfield XHX 240</b>	116440	21	17,9	10	122	360
<b>Snapper ELT 2440RD</b>	89291	49	17,9	12	102	300
<b>StarJet Exclusive AJ 102-23 (p6)</b>	130000	20	17,15	14	102	360
<b>Yard Man HN 5220 K Deluxe</b>	105589	28	16,4	10	105	350

**Tabulka 8 - vstupní data pro výpočet, Zdroj: Webové stránky prodejců**

Nejprve bylo potřeba stanovit hierarchickou strukturu pro řešení problému. Na 1. úrovni je cíl řešení, tj. výběr zahradního traktoru, na 2. úrovni jsou jednotlivá kritéria a na 3. jsou jednotlivé posuzované varianty.



**Schéma 1 – Hierarchie problému výběru zahradního traktoru**

Následuje párové porovnání systému na všech úrovních hierarchie pomocí Saatyho metody. Porovnání kritérií již bylo provedeno v kapitole 4.2.1.1., zbývá tedy porovnání na úrovni jednotlivých variant podle každého kritéria. Pro zpřehlednění tabulek byly varianty přejmenovány na V1-V6, dle pořadí viz kapitola 4.2.2.

CENA	V1	V2	V3	V4	V5	V6	$R_i$	$v_i$
V1	1	3	4	1/6	8	1	1,587401	0,1682
V2	1/3	1	2	1/8	1/6	1/3	0,408248	0,0433
V3	1/4	1/2	1	1/7	5	1/4	0,530624	0,0562
V4	6	8	7	1	9	6	5,126121	<b>0,5432</b>
V5	1/8	1/6	1/5	1/9	1	1/8	0,196672	0,0208
V6	1	3	4	1/6	8	1	1,587401	0,1682
<b>Součet</b>							9,436467	1,0000

**Tabulka 9 – Saatyho matice pro kritérium Cena, Zdroj: Autor**



Hodnoty pro porovnání v rámci kritéria cena byly stanoveny na základě reálných vzájemných rozdílů mezi výši cen jednotlivých strojů. Pokud by toto bylo jediné kritérium, jednoznačně by byl vybrán traktor č. 4 zn. Snapper.

Vzdálenost servisu	V1	V2	V3	V4	V5	V6	$R_i$	$v_i$
V1	1	1	1/3	6	1/4	1	0,890899	0,1088
V2	1	1	1/3	6	1/4	1	0,890899	0,1088
V3	3	3	1	7	1/2	3	2,134217	0,2606
V4	1/6	1/6	1/7	1	1/8	1/6	0,208718	0,0255
V5	4	4	2	8	1	4	3,174802	<b>0,3876</b>
V6	1	1	1/3	6	1/4	1	0,890899	0,1088
<b>Součet</b>							8,190433	1,0000

**Tabulka 10 – Saatyho matice pro kritérium Vzdálenost autorizovaného servisu, Zdroj: Autor**

Vzájemné preference jednotlivých strojů jsou založeny na reálných hodnotách vzdáleností do servisního místa. Pokud by kritérium vzdálenosti do servisu bylo jediné, zvítězil by stroj č. 5 zn. StarJet.

Výkon	V1	V2	V3	V4	V5	V6	$R_i$	$v_i$
V1	1	2	1	1	4	7	1,955981	<b>0,2521</b>
V2	1/2	1	1/2	1/2	3	6	1,144714	0,1475
V3	1	2	1	1	4	7	1,955981	<b>0,2521</b>
V4	1	2	1	1	4	7	1,955981	<b>0,2521</b>
V5	1/4	1/3	1/4	1/4	1	4	0,524558	0,0676
V6	1/7	1/6	1/7	1/7	1/4	1	0,222544	0,0287
<b>Součet</b>							7,759759	1,0000

**Tabulka 11 – Saatyho matice pro kritérium Výkon, Zdroj: Autor**

Nejlepší hodnotou pro kritérium výkon, byl výkon 17, 9 kW, jehož dosahují 3 z vybraných zahradních traktorů a to č. 1, 3 a 4. Vzájemné hodnoty preferencí byly stanoveny na reálných rozdílech ve výši výkonu jednotlivých variant.

Nádrž	V1	V2	V3	V4	V5	V6	$R_i$	$v_i$
V1	1	1	1	1/3	1/5	1	0,636773	0,0817
V2	1	1	1	1/3	1/5	1	0,636773	0,0817
V3	1	1	1	1/3	1/5	1	0,636773	0,0817
V4	3	3	3	1	1/3	3	1,732051	0,2223
V5	5	5	5	3	1	5	3,511561	<b>0,4507</b>
V6	1	1	1	1/3	1/5	1	0,636773	0,0817
<b>Součet</b>							7,790705	1,0000

**Tabulka 12 – Saatyho matice pro kritérium Objem palivové nádrže,**

**Zdroj: Autor**

Pro kritérium objemu palivové nádrže existovaly pouze 3 různé hodnoty, z nichž nejvyšší – 14litrů má stroj č. 5 zn. StarJet. Vzájemné preference v rámci kritéria byly vypočteny na základě reálných hodnot objemů nádrží jednotlivých variant.

Záběr	V1	V2	V3	V4	V5	V6	$R_i$	$v_i$
V1	1	1/5	1/5	3	3	1	0,843433	0,0942
V2	5	1	1	7	7	5	3,271066	<b>0,3653</b>
V3	5	1	1	7	7	5	3,271066	<b>0,3653</b>
V4	1/3	1/7	1/7	1	1	1/3	0,36246	0,0405
V5	1/3	1/7	1/7	1	1	1/3	0,36246	0,0405
V6	1	1/5	1/5	3	3	1	0,843433	0,0942
<b>Součet</b>							8,953918	1,0000

**Tabulka 13 – Saatyho matice pro kritérium Šíře záběru, Zdroj: Autor**

Nejvyšší hodnoty záběru mají traktory č. 2 a 3 a to 122cm a tak dosáhly rovnocenného hodnocení díky vzájemnému porovnávání, založeném na reálných rozdílech mezi hodnotami kritéria jednotlivých variant.

Koš	V1	V2	V3	V4	V5	V6	$R_i$	$v_i$
V1	1	1/5	1/2	5	1/2	1	0,793701	0,0951
V2	5	1	4	8	4	5	3,838766	<b>0,4597</b>
V3	2	1/4	1	6	1	2	1,348006	0,1614
V4	1/5	1/8	1/6	1	1/6	1/5	0,227568	0,0273
V5	2	1/4	1	6	1	2	1,348006	0,1614
V6	1	1/5	1/2	5	1/2	1	0,793701	0,0951
<b>Součet</b>							8,349748	1,0000

**Tabulka 14 – Saatyho matice pro kritérium Objem sběrného koše,**

**Zdroj: Autor**

Nejvyšší hodnoty a to 400l dosáhl pouze traktor č. 2 zn. Cub Cadet. Vzájemné preferenční hodnoty byly spočteny na základě reálných hodnot tohoto kritéria.

Důležitost kritérií	0,4126	0,2768	0,1748	0,0230	0,0644	0,0483		
	Cena	Servis	Výkon	Nádrž	Záběr	Koš	Celková váha	Celkové pořadí
<b>Cub Cadet 1024 RD-N</b>	0,1682	0,1088	0,2521	0,0817	0,0942	0,0951	0,156135	<b>3.</b>
<b>Cub Cadet 1024 RD-J</b>	0,0433	0,1088	0,1475	0,0817	0,3653	0,4597	0,121382	<b>5.</b>
<b>Mountfield XHX 240</b>	0,0562	0,2606	0,2521	0,0817	0,3653	0,1614	0,172614	<b>2.</b>
<b>Snapper ELT 2440RD</b>	0,5432	0,0255	0,2521	0,2223	0,0405	0,0273	<b>0,284311</b>	<b>1.</b>
<b>StarJet Exclusive AJ 102-23 (p6)</b>	0,0208	0,3876	0,0676	0,4507	0,0405	0,1614	0,148481	<b>4.</b>
<b>Yard Man HN 5220 K Deluxe</b>	0,1682	0,1088	0,0287	0,0817	0,0942	0,0951	0,117078	<b>6.</b>
							1	

**Tabulka 15 – Výsledný výpočet, Zdroj: Autor**

Výsledný výpočet byl proveden následujícím způsobem:

Do tabulky byly uspořádány výsledné hodnoty průběžných výpočtů vah jednotlivých kritérií a následně byl proveden skalární součin těchto hodnot s hodnotami důležitosti kritérií.

Z dané tabulky vyplývá, že jednoznačným vítězem pro volbu zahradního traktoru pro obec Malotice je traktor č. 4 **Snapper ELT 2440RD** s nejlepší celkovou hodnotou kritérií a to 28,4%, především díky vysoké důležitosti kritéria Cena, kterou má tento stroj nejvyšší o 16 tisíc před další nabízenou variantou.

Další v pořadí následují traktory – na 2. místě **Mountfield XHX 240** s celkovou hodnotou kritérií 17,2%, na 3. místě **Cub Cadet 1024 RD-N** s 15,6%, na 4. místě **StarJet Exclusive AJ 102-23 (p6)** s celkovou hodnotou kritérií 14,8%, 5. místo patří traktoru **Cub Cadet 1024 RD-J** se 12,1% a jako poslední se umístil **Yard Man HN 5220 K Deluxe** s 11,7%.

## 5 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vybrat zahradní traktor nejlépe vyhovující potřebám malé středočeské obce Malotice.

Klíčovým bodem bylo za pomoci dostatečných hodnot aspiračních úrovní omezit počet nabízených variant, vzhledem ke složitosti výpočtu metodou AHP v příliš složitých úlohách. Neméně důležitým bylo omezení počtu kritérií, které zasáhnou do výpočtu. Původní počet variant přesahoval 100ks traktorů a počet kritérií byl 26.

Za pomoci Saatyho metody párového porovnávání byla stanovena důležitost jednotlivých kritérií a následně hodnoty vzájemných preferencí vybraných variant v rámci jednotlivých kritérií.

Název traktoru	Celková váha v %	Celkové pořadí
<b>Cub Cadet 1024 RD-N</b>	15,61%	<b>3.</b>
<b>Cub Cadet 1024 RD-J</b>	12,14%	<b>5.</b>
<b>Mountfield XHX 240</b>	17,26%	<b>2.</b>
<b>Snapper ELT 2440RD</b>	<b>28,43%</b>	<b>1.</b>
<b>StarJet Exclusive AJ 102-23 (p6)</b>	14,85%	<b>4.</b>
<b>Yard Man HN 5220 K Deluxe</b>	11,71%	<b>6.</b>

**Tabulka 16 – Shrnutí výsledků, Zdroj: Autor**

Na základě výše uvedených výpočtů byl jako nejlepší a nejvhodnější variantou vybrán zahradní traktor **Snapper ELT 2440RD**, který dosáhl celkového ohodnocení 28,4%, zejména díky vysoké hodnotě preference nízké ceny, která byla u tohoto traktoru o více než 15 tisíc nižší než další nabízené varianty. Vzdálenost servisního místa pro tento traktor je ovšem nejdlejší z nabízených a to 49km, což je o 29km více než nejnižší možná vzdálenost. Vzhledem k tomu, že toto kritérium bylo druhým nejdůležitějším, nabízí se tedy otázka pro zastupitele obce, zdali se vyplatí nízká cena na úkor této vzdálenosti a jestli by nebylo vhodné pro jiný výpočet zvýšit váhu tohoto kritéria na úkor ceny, aby se dosáhlo přijatelnějšího výsledku v poměru Cena/Vzdálenost servisu. Z důvodu pozice obce coby zadavatele veřejné zakázky, je nutné provést výběr varianty v souladu se zákonem o veřejných zakázkách, tzn. jednou, transparentní metodou, tudíž již není možno tuto hypotézu výpočetně doložit. Provádět další výpočty a vyvozovat z nich závěry by bylo

možné pouze v soukromoprávním sektoru. Výpočet i hodnocení jsou konečná dle platného právního předpisu.

Mezi traktory na 2. -6. místě nejsou výrazně rozdílné hodnoty celkových kritérií, vzhledem k nízkému ohodnocení důležitosti daných kritérií, tyto stroje byly v důležitých kritériích průměrné, pokud v některém z kritérií výrazně vyčnívaly, nebylo kritérium dostatečně ohodnoceno, aby se tento výkyv projevil.

Metoda AHP splnila požadavky zadavatelů ve většině ohledů, původně bylo počítáno s porovnáváním většího počtu variant, což nebylo díky využití dostatečných aspiračních úrovní nutné a pro výpočet metodou AHP ani vhodné.

## 6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. FIALA, P., JABLONSKÝ, J., MAŇAS, M. Vícekriteriální rozhodování. VŠE Praha 1994. ISBN 80-7079-748-7
2. ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J. Ekonomicko matematické metody II – Studijní texty pro distanční studium. 1. Vydání. ČZU Praha 1999. ISBN 80-213-0664-5
3. BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M. Základní metody operační analýzy. 1. Vydání. ČZU Praha 2008. ISBN 978-80-213-0951-7
4. BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M., ŠUBRT, T., Modely pro vícekriteriální rozhodování. ČZU Praha 2009. ISBN 978-80-213-1019-3.
5. Deset zlatých pravidel pro výběr zahradního traktoru. [Http://wisconsincz.webnode.cz/](http://wisconsincz.webnode.cz/) [online]. 13.6.2008 [cit. 2012-03-15]. Dostupné z: <http://wisconsincz.webnode.cz/news/deset-zlatych-pravidel-pro-vyber-zahradniho-traktoru/>
6. Zákon o veřejných zakázkách. In: *Zákon č. 137/2006 Sb.*, 2006. Dostupné z: <http://business.center.cz/business/pravo/zakony/verejne-zakazky/>
7. SLAVÍKOVÁ, Michaela. *Bakalářská práce: Saatyho Analytický hierarchický proces* [online]. Olomouc, 2010 [cit. 2012-03-15]. Dostupné z: <http://theses.cz/id/k0b7vj/73180-308306394.pdf>. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce RNDr. Ondřej Pavlačka, Ph.D.
8. DOUŠA, Milan. *Vícekriteriální hodnocení výrobků*. Praha, 2010. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce doc. Ing. Ludmila Dömeová CSc.
9. NOVÁK, Karel. *Aplikace metod vícekriteriálního rozhodování*. Praha, 2009. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.
10. KUMPAN, Jan. *Využití metod vícekriteriálního rozhodování*. Praha, 2011. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce Ing. Milan Houška, PhD.
11. *Zahradní traktory od autorizovaného prodejce* [online]. 2012 [cit. 2012-03-15]. Dostupné z: <http://www.namir.cz/zahradni-traktory/>
12. *Zahradní traktory: Domov a zahrada* [online]. 2012 [cit. 2012-03-15]. Dostupné z: <http://www.domovazahrada.cz/index.php?cPath=15>
13. *Zahradní traktory - Mountfield* [online]. 2012 [cit. 2012-03-15]. Dostupné z: <http://www.mountfield.cz/traktory>

14. *Lawn tractors - Mowers and more* [online]. 2012 [cit. 2012-03-15]. Dostupné z:  
<http://www.mowersandmore.eu/lawn-tractors.html>
15. *Zahradní traktory - Nakupka.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-03-15]. Dostupné z:  
<http://www.nakupka.cz/zahradni-technika/zahradni-traktory/>