

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra systémového inženýrství**



**Užití vícekritériální analýzy variant ve vybrané firmě**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Jan Škuba**

**Vedoucí práce: Ing. Jan Bartoška, Ph.D.**

© 2016 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Škuba

Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

**Užití vícekriteriální analýzy variant ve vybrané firmě**

Název anglicky

**Use Multi-criteria Analysis in selected company**

---

### Cíle práce

Cílem práce je tvorba a užití modelu vícekriteriální analýzy variant pro výběr ICT nástrojů ve vybrané firmě.

### Metodika

Metodika: Po výběru a nastudování odborné literatury z oblasti operačního výzkumu, teorie rozhodování a systémové analýzy, bude navázána spolupráce s vybranou firmou. Pro účely tvorby modelu vícekriteriálního rozhodování bude provedena analýza potřeb a požadavků ve vybrané firmě. Dosažené výsledky a vlastní návrhy budou diskutovány s vybranou firmou.

Harmonogram:

1. Výběr a seznámení se s odbornou literaturou: duben – červen 2015
2. Kontaktování a domluva spolupráce s danou společností: duben – červen 2015
3. Analýza potřeb, sběr dat, zhodnocení kritérií: červenec – září 2015
4. Vlastní tvorbu modelu: říjen – listopad 2015
5. Vyhodnocení a interpretace výsledků: listopad – prosinec 2015
6. Diskuze výsledků ve vybrané firmě: prosinec 2015
7. Kompletace a kontrola práce: leden – únor 2016

**Doporučený rozsah práce**

40 – 50 stran

**Klíčová slova**

Vícekriteriální analýza variant, rozhodovací modely, ICT nástroje, analýza potřeb a požadavků.

---

**Doporučené zdroje informací**

- BROŽOVÁ, Helena; HOUŠKA, Milan; ŠUBRT, Tomáš. Modely pro vícekriteriální rozhodování. ČZU v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra systémového inženýrství. Praha: Credit 2003, ISBN 978-80-213-1019-3.
- CARDA, Antonín; KUNSTOVÁ, Renáta. Workflow: Nástroj manažera pro řízení podnikových procesů. Praha: Grada Publishing, 2003, ISBN 80-247-0666-0.
- FIALA, Petr; JABLONSKÝ, Josef; MAŇAS, Miroslav. Vícekriteriální rozhodování. Praha: VŠE Praha, 1997, ISBN 80-7079-748-7.
- FIALA, Petr. Modely a metody rozhodování. Vysoká škola ekonomická v Praze, nakladatelství Oeconomica, 2003, ISBN 80-245-0622-X.
- ŘEPA, Václav. Podnikové procesy – procesní řízení a modelování. Praha: Grada Publishing, 2005, ISBN 80-247-1281-4.
- ŠUBRT, Tomáš a kolektiv. Ekonomicko-matematické metody. Praha : Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011. ISBN 978-80-7380-345-2.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/16 LS – PEF

**Vedoucí práce**

Ing. Jan Bartoška, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra systémového inženýrství

---

Elektronicky schváleno dne 1. 3. 2016

**doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 1. 3. 2016

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 07. 03. 2016

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Užití vícekriteriální analýzy variant ve vybrané firmě" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.3.2016

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Janu Bartoškovi, Ph.D. za vedení a cenné rady při zpracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat Mgr. Pavlíně Kalitové za umožnění spolupráce se společností EKOSTAVBY Louny s.r.o.

# Užití vícekriteriální analýzy variant ve vybrané firmě

## Souhrn

Tato bakalářská práce představuje metody vícekriteriální analýzy variant na konkrétním rozhodovacím problému. Řešenou úlohou je výběr nejvhodnějšího modelu služebního mobilního telefonu dle požadavků společnosti EKOSTAVBY Louny s.r.o. Práce se skládá ze dvou hlavních částí, a to teoretické a praktické. První, teoretická část popisuje východiska pro následnou aplikaci daných metod v praktické části. Užitými metodami jsou metoda pořadí, metoda bazické varianty, metoda váženého součtu a metoda TOPSIS. Výsledky těchto metod vedou k vybrání nejvhodnějšího modelu, jehož nákup je následně doporučen společností.

**Klíčová slova:** vícekriteriální analýza variant, rozhodovací modely, ICT nástroje, analýza potřeb a požadavků.

# Use Multi-criteria Analysis in Selected Company

## Summary

The bachelor thesis presents methods of multi-criteria analysis on particular decision problem. The aim of the thesis is to choose the most suitable model of mobile phone for employees of EKOSTAVBY Louny s.r.o. according to its requirements. Thesis consists of two main parts, theoretical and practical one. The theoretical part mentions ideas and methods of multi-criteria analysis in decision-making process. Afterward, methods are applied in practical part on the given case. Among used methods are order method, basic variation method, weighted sum method, TOPSIS method. Results lead to choosing the most suitable model that is advised to purchase by the company.

**Keywords:** multi-criteria analysis, decision models, ICT tools, analysis of Leeds and requirements

# Obsah

1	Úvod .....	10
2	Cíl práce a metodika .....	11
2.1	Cíl práce.....	11
2.2	Metodika .....	11
3	Literární rešerše.....	12
3.1	Teorie rozhodování .....	12
3.2	Úlohy vícekritériální analýzy variant.....	13
3.2.1	Dělení podle cíle řešení.....	13
3.2.2	Dělení podle typu informace.....	14
3.3	Kritériální matice .....	15
3.4	Kritéria.....	16
3.4.1	Preference kritérií .....	16
3.4.1.1	Aspirační úroveň kritérií.....	17
3.4.1.2	Pořadí kritérií.....	17
3.4.1.3	Váhy kritérií .....	17
3.5	Varianty.....	18
3.5.1	Dominovaná varianta.....	18
3.5.2	Vzájemně nedominované varianty.....	18
3.5.3	Paretovská varianta.....	19
3.5.4	Ideální a bazální varianta .....	19
3.5.5	Kompromisní varianta.....	19
3.6	Metody stanovení vah kritérií .....	20
3.6.1	Stanovení vah kritérií z ordinální informace o preferencích kritérií ....	20
3.6.2	Stanovení vah kritérií z kardinální informace o preferencích kritérií ..	21
3.7	Metody výběru kompromisních variant.....	23
3.7.1	Metody nevyžadující informaci o preferenci kritérií.....	23
3.7.1.1	Bodovací metoda .....	23
3.7.1.2	Metoda pořadí .....	23
3.7.2	Metody vyžadující aspirační úroveň kritérií.....	24
3.7.2.1	Konjunktivní a disjunktivní metoda .....	24
3.7.2.2	Metoda bazické varianty.....	25
3.7.2.3	Metoda PRIAM.....	26
3.7.3	Metody vyžadující ordinální informace .....	26
3.7.4	Metody vyžadující kardinální informaci.....	26
3.7.4.1	WSA.....	26
3.7.5	Metody založené na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty .....	28
3.7.5.1	TOPSIS .....	28
4	Užití vícekritériální analýzy v praxi .....	31
4.1	Charakteristika vybrané společnosti.....	31
4.2	Současný stav.....	32
4.3	Požadavky .....	32
4.4	Stanovení kritérií .....	34
4.4.1	Cena.....	34



4.4.2	Úhlopříčka .....	34
4.4.3	Fotoaparát .....	34
4.4.4	Výkon .....	34
4.4.5	Výdrž baterie .....	35
4.4.6	Pásmo datového přenosu.....	35
4.5	Stanovení množiny variant.....	36
4.5.1	Nastavení aspiračních úrovní .....	37
4.5.1.1	Výdrž Baterie.....	37
4.5.1.2	Výkon .....	37
4.6	Kriteriální matice .....	40
4.7	Posouzení dominance.....	40
4.8	Stanovení vah kritérií .....	42
4.9	Výběr kompromisní varianty.....	43
4.9.1	Metoda pořadí .....	43
4.9.2	Metoda bazické varianty.....	44
4.9.3	Metoda váženého součtu .....	45
4.9.4	Metoda TOPSIS .....	46
4.10	Souhrn a zhodnocení výsledků užitých metod.....	49
5	Diskuze výsledků .....	51
6	Závěr.....	52
7	Seznam použitých zdrojů .....	53
7.1	Tištěné dokumenty.....	53
7.2	Elektronické dokumenty .....	53
	Tabulka 1 - Označení kritérií .....	35
	Tabulka 2 - Stanovení množiny variant.....	36
	Tabulka 3 - Množina variant - aplikování aspiračních úrovní .....	38
	Tabulka 4 - Označení Variant.....	39
	Tabulka 5 - Kriteriální Matice.....	40
	Tabulka 6 - Převrácené pořadí V dle jednotlivých K.....	40
	Tabulka 7 - Stanovení vah kritérií.....	42
	Tabulka 8 - Metoda pořadí .....	43
	Tabulka 9 - Bazická varianta.....	44
	Tabulka 10 - Agregovaný užitek a výsledné pořadí - metoda bazické varianty .....	44
	Tabulka 11 - Ideální a bazální varianta .....	45
	Tabulka 12 - Standardizovaná matice R a výsledné pořadí metody WSA .....	45
	Tabulka 13 - Normalizovaná kriteriální matice R.....	46
	Tabulka 14 - Normalizovaná vážená kriteriální matice W .....	47
	Tabulka 15 - Ideální a bazální varianta získané z matice W .....	47
	Tabulka 16 - Ukazatele vzdálenosti, výsledné pořadí metody TOPSIS .....	48
	Tabulka 17 - Přehled pořadí a celkové pořadí.....	50
	Graf 1 - Grafické posouzení dominance.....	41
	Graf 2 - Poměr vah kritérií.....	42

# 1 Úvod

Schopnost efektivního rozhodování je jednou z nejdůležitějších manažerských vlastností, neboť přesný úsudek je podmínkou pro správný chod a budoucí prosperitu společností i dalších institucí. Rozhodování má několik prvků, přičemž jedním z nich je právě konkrétní rozhodovací problém. Rozhodovací problém ukazuje neshodu mezi reálným a ideálním stavem určité věci, situace či procesu. Zadavatel (například zaměstnavatel či vedoucí zaměstnanec) pouze poukáže na rozhodovací problém, zadá úlohu a rozhodovatel má za cíl nalézt nejlepší variantu. Skrze proces volby dojde rozhodovatel k nalezení optimální varianty, která má za cíl odstranit tuto rozdílnost mezi stavem reálným a ideálním, nebo alespoň tento rozdíl snížit. Praktickými příklady takového rozhodování mohou být například zefektivnění výroby správnými pracovními postupy, zlevnění nákupů výběrem vhodného dodavatele aj.

Velká část rozhodovacích procesů se týká především rozhodovacích problémů s jedním kritériem. Vícekriteriální analýza variant se v rámci rozhodovacího procesu užívá především v případech, kdy je potřeba rozhodovací problém hodnotit z hlediska několika různých kritérií. Cílem analýzy je opět nalezení optimální varianty, nicméně proces rozhodování je ztížený počtem zadaných kritérií. Konkrétním příkladem, řešeným v této práci je výběr nových telekomunikačních zařízení pro zaměstnance vybrané společnosti. Společnost má své požadavky, ze kterých rozhodovatel vyvodí kritéria a pomocí vícekriteriální analýzy variant vybere z možných mobilních telefonů ten nejvhodnější pro nákup pro zaměstnance této společnosti.

Téma bakalářské práce je vybráno vzhledem k jeho možnému praktickému využití, které je viditelné při realizaci výběru mobilních zařízení vybranou společností. Metody vícekriteriálního rozhodování mají praktický přínos v mnoha ohledech. Zaprvé umožňují výběr nejvhodnějšího modelu mobilního telefonu dle konkrétních požadavků. Dále, objektivní pohled rozhodovatele přináší možnou úsporu peněz při realizaci nákupu. Mnoho společností tuto možnost nevyužívá, přestože její výhodnost je patrná. Výsledky použitých metod jsou předloženy společnosti s cílem objektivně posoudit výhodnost nákupu jednotlivých modelů a doporučit nejvhodnější variantu, která splní všechny zadané požadavky.

## 2 Cíl práce a metodika

### 2.1 Cíl práce

Hlavní cíl této práce je nalezení vhodného modelu telekomunikačního zařízení pro zaměstnance společnosti EKOSTAVBY Louny s.r.o. K hledání této varianty jsou použity vybrané metody vícekriteriálního rozhodování.

### 2.2 Metodika

Pro splnění výše popsaného cíle práce je nutné následovat jednotlivé kroky. Prvním krokem je výběr a nastudování odborné literatury z oblasti operačního výzkumu, teorie rozhodování a systémové analýzy. Následuje kontaktování vybrané společnosti a dohodnutí spolupráce spočívající ve vyřešení rozhodovacího problému, kterým je nalezení nejlepšího modelu služebního mobilního telefonu pro zaměstnance výše zmíněné společnosti.

Pro účel tvorby modelu vícekriteriálního rozhodování je provedena analýza potřeb a požadavků ve vybrané firmě, která popisuje současný stav služebních telefonů a proces jejich dosavadního pořizování. Tato analýza spočívá jednak v pohovorech s vedením společnosti a se zaměstnanci, kteří mají být služebními telefony vybaveni. Dále je provedena názorná ukázka jednotlivých typů mobilních telefonů s důrazem na rozměry zařízení. Z této analýzy jsou odvozena kritéria pro výběr vhodného modelu. Po představení kritérií společnosti, je diskutována jejich vzájemná důležitost. Rozhodovací problém je řešen použitím vybraných metod vícekriteriálního rozhodování a cílem je nalezení jedné, pro zadavatele vhodné varianty. Dosažené výsledky a vlastní návrhy jsou diskutovány s vybranou firmou.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Teorie rozhodování

Prvně, rozhodování nemusí provádět samotný zadavatel. Dochází k tomu v případech, kdy je žádoucí, aby rozhodovatel postupoval maximálně objektivně (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 4). Na druhou stranu je zde určité riziko neznalosti rozhodovatele se všemi detaily problému. Pro pochopení procesu rozhodování je nezbytné definovat tři základní pojmy. Prvním z nich je (rozhodovací) problém, který udává odchylku reálného stavu věci od ideálního stavu (Grasseová, 2013, s. 194).

Druhým pojmem je rozhodovací proces, jenž lze chápat jako „soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností, které dávají přidanou hodnotu vstupům [...] a přeměňují je na výstupy, které mají svého zákazníka“ (Grasseová, 2013, s. 194).

Posledním pojmem je proces volby, během něhož dochází k „posuzování jednotlivých variant a výběr(u) rozhodnutí (optimální varianty, resp. Varianty určené k realizaci)“ (Fotr, Dědina, 1997, s. 10-11). K rozhodování dochází, pokud má možnost vybrat z minimálně dvou možných variant. Pokud je řešením pouze jediná varianta, nejedná se o rozhodovací problém.

„Rozhodování potom lze charakterizovat jako proces volby, který sestává z posouzení variant a výběru optimální (podmínkám nejlépe vyhovující) varianty řešení daného problému (Grasseová, 2013, s. 195). Konkrétněji je v teorii vícekriteriální analýzy rozhodování chápáno jako výběr jedné nebo více variant z množiny přípustných variant, které jsou následně doporučeny zadavateli k realizaci (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 4).

## 3.2 Úlohy vícekriteriální analýzy variant

V rámci vícekriteriální analýzy variant je možné se setkat s různými úlohami. Prvně lze tyto úlohy rozdělit podle toho, jaký je cíl řešení nebo podle typu informace, s níž úloha pracuje.

### 3.2.1 Dělení podle cíle řešení

Prvním typem úlohy je taková, jejíž „cílem je výběr jedné varianty označené jako kompromisní. Jinými slovy jde o to, vybrat z množiny možných variant tu variantu, která je podle zadaných kritérií nějakým způsobem nejlepší“ (Šubrt et al., 2011, s. 167-168). „V takových situacích rozhodovatele zpravidla ani tak nezajímá, jaká varianta bude hodnocena jako druhá či další v pořadí, ale zajímá ho právě ta jedna kompromisní varianta“ (Jablonský, 2007, s. 273). Pro tento typ úlohy je vhodné použít různé metody, např. ORESTE, TOPSIS a další, ale není doporučováno využívat „metody, které rozdělují varianty do indifferenčních tříd“ (Šubrt et al., 2011, s. 168).

Druhý typem jsou úlohy, jejichž výstupem má být uspořádání, respektive kvaziuspořádání množiny variant. U tohoto typu úlohy jde především o seřazení možných variant od nejlepší po nejhorší, přičemž rozhodovatel postupuje od nejlepší varianty, kterou následně vyřadí a do dalšího kola ji už nezařadí (Jablonský, 2007, s. 273; Šubrt et al., 2011, s. 168). Takto postupuje až do vyčerpání variant. Metody vhodné pro užití u těchto úloh se shodují s předcházející kategorií.

Posledním typem úloh v této kategorii jsou takové, „jejichž cílem je rozdělení množiny variant na efektivní a neefektivní“ (Šubrt et al., 2011, s. 168). Klasifikace variant do tříd probíhá na základě rozhodnutí zadavatele, rozhodovatel pak určí například dva typy variant, „vyhovující“ a „nevyhovující“ (Jablonský, 2007, s. 273).

### 3.2.2 Dělení podle typu informace

Druhou kategorií jsou úlohy, které dělíme podle typu dostupných informací o preferencích mezi kritérii a variantami. Tyto informace mohou být naprosto nedostupné, nominální, ordinální nebo kardinální.

Informace mohou být nedostupné „pouze pro preference kritérií; pokud bychom neměli informaci o preferencích mezi variantami, nebylo by možné úlohy vyřešit“ (Šubrt et al., 2011, s. 169).

Nominální informace je stejně jako předchozí případ možná pouze u preferencí kritérií a rozděluje je na akceptovatelné a neakceptovatelné za pomoci vyjádření aspiračních úrovní.

Pořadí kritérií vyjadřuje informace ordinální. „(V) yjadřuje uspořádání [...] kritérií podle důležitosti nebo uspořádání variant podle toho, jak jsou hodnoceny kritériem“ (Šubrt et al., 2011, s. 169). „Některé metody připouštějí i kvazi-uspořádání, tj. připouštějí i existenci několika stejně hodnocených kritérií“ (Fiala, Jablonský, Maňas, 1994, s. 34).

Kardinální informace může být kvalitativního i kvantitativního charakteru „a vyjadřuje, o kolik či jak moc je jedno hodnocení lepší než druhé“ (Šubrt et al., 2011, s. 169). Buďto se jedná o takzvanou intervalovou stupnici, tedy „o kolik je jeden objekt (varianta rozhodování) větší či menší než druhý při přijaté jednotce měření“ (Fotr, Dědina, 1997, s. 15) nebo je vyjádřením poměr kolikrát je varianta menší či větší než jiná.

### 3.3 Kriteriaální matice

„Kriteriaální matice je matice  $Y = (y_{ij})$ , jejíž prvky tvoří hodnocení  $i$ -té varianty podle  $j$ -tého kritéria“ (Šubrt et al., 2011, s. 163). Je výhodné pracovat s kriteriaální maticí, která obsahuje pouze maximalizační nebo naopak minimalizační kritéria (Jablonský, 2007, s. 272). „Pro práci pouze s jedním druhem kritérií je možné vynásobit celý sloupec kriteriaální matice hodnotou  $-1$ , anebo použít „výpočet hodnot, které udávají zlepšení oproti nejhorší kriteriaální hodnotě, transformace  $y'_{ij} = y_{ij} - \max_i(y_{ij})$ “ (Šubrt et al., 2011, s. 164). Při transformaci povahy kritérií je důležité mít na paměti, že „(p)ro některé metody by tento způsob transformace představoval takové zkreslení vstupní informace, že by to zcela zásadně ovlivnilo výsledek celé analýzy“ (Šubrt et al., 2011, s. 164). Matematický model úlohy se tedy může vyjádřit kriteriaální maticí (Jablonský, 2007, s. 271):

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

(1)

### 3.4 Kritéria

„Kritérium je hledisko hodnocení variant, může být kvalitativní nebo kvantitativní“ (Šubrt et al., 2011, s. 163) a maximalizační nebo minimalizační. Kritéria musí být nezávislá a měla by reflektovat všechna hlediska výběru. Rozhodovatel by měl využívat pouze omezený počet kritérií, aby předešel nepřehlednosti rozhodovacího problému a následného procesu rozhodování a volby.

Kritéria lze dělit více způsoby. Jako první se kritéria dělí na maximalizační a minimalizační. Maximalizační kritéria nabývají v nejlepším případě nejvyšších hodnot. Na druhou stranu minimalizační kritérium nabývá u nejlepších variant nejnižších hodnot.

Druhým členěním je rozdělení kritérií na kvalitativní a kvantitativní. Kvalitativní kritéria nabízí objektivně měřitelné údaje a jsou tedy kritérii objektivními (Šubrt et al., 2011, s. 164). Oproti tomu hodnoty kritérií kvalitativních jsou nezřídka subjektivně odhadnuté uživatelem za použití bodovací stupnice a lze je tedy nazývat subjektivními kritérii. Kvalitativní kritéria jsou tedy vyjádřena číselně, oproti tomu kvantitativní kritéria jsou vyjádřena slovně (Fotr, Dědina, 1997, s. 14).

#### 3.4.1 Preference kritérií

Při rozhodovacím procesu v rámci vícekritériální analýzy variant pracujeme s větším či menším množstvím kritérií. Pokud je preference kritérií známa, pak je možné i vyjádřit několika způsoby. „Preference kritéria vyjadřuje důležitost tohoto kritéria v porovnání s kritérii ostatními“ (Šubrt et al., 2011, s. 164). Určování preferencí je problematické v tom aspektu, že rozhodovatel může být zaujatý a určování preferencí pak probíhá subjektivně. Na druhou stranu může jistá subjektivita pomoci k nalezení té opravdu vhodné varianty.



#### 3.4.1.1 Aspirační úroveň kritérií

„Aspirační úroveň kritéria je hodnota, které má být alespoň dosaženo, tj. pro minimalizační kritérium je to nejvyšší přípustná hodnota kritéria a pro maximalizační kritérium nejnižší možná hodnota“ (Šubrt et al., 2011, s. 165). Aspirační úroveň ukazuje, jakých hodnot má být u kritéria dosaženo, respektive jakých hodnot „by alespoň měla dosáhnout varianta hodnocená podle jednotlivých kritérií“ (Fiala, Jablonský, Maňas, 1994, s. 33) a na základě přisnosti požadavku lze vypočítat důležitost daného kritéria. Obecně platí, že čím vyšší aspirační úroveň, tím důležitější kritérium.

#### 3.4.1.2 Pořadí kritérií

Kritéria mohou být řazena postupně podle své důležitosti od nejdůležitějšího po nejméně důležité. Tento způsob uspořádání preference kritérií vypovídá o důležitosti jednotlivých kritérií, ale „neříká [...], kolikrát je jedno kritérium důležitější než druhé“ (Šubrt et al., 2011, s. 165).

#### 3.4.1.3 Váhy kritérií

O poměrech důležitosti u jednotlivých kritérií vypovídá určená váha kritéria. „Váha kritéria je obecně hodnota z intervalu  $\langle 0; 1 \rangle$ , která vyjadřuje relativní důležitost tohoto kritéria v porovnání s kritérii ostatními. Součet vah všech kritérií je roven jedné“ (Šubrt et al., 2011, s. 165). Váhy kritérií je možné normalizovat podle vzorce (Šubrt et al., 2011, s. 172):

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

(2)

## 3.5 Varianty

„Varianty jsou konkrétní rozhodovací možnosti, předmět vlastního rozhodování. Přípustná varianta je varianta, která je realizovatelná a není logickým nesmyslem“ (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 4). Existuje několik typů variant se speciálními vlastnostmi. Jsou jimi varianty dominovaná, vzájemně nedominované, paretoovská, ideální a bazální a v neposlední řadě kompromisní varianta.

### 3.5.1 Dominovaná varianta

Pokud budou stanovena pouze maximalizační kritéria pak lze dominovanou variantu definovat jako „variantu  $a_i$  (,která) dominuje variantu  $a_j$ , jestliže platí  $y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik} \geq (y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jk})$  a existuje alespoň jedno kritérium  $f_l$  že  $y_{il} > y_{jl}$ “ (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 6). „Dominující varianta je hodnocena lépe podle všech kritérií než varianta dominovaná. Někdy však nelze dominující či dominovanou variantu určit“ (Šubrt et al., 2011, s. 166). To nastává v případech, kdy neexistuje žádná varianta, která by měla u všech kritérií nejlepší hodnoty.

### 3.5.2 Vzájemně nedominované varianty

Z logiky definice dominovaných variant v předchozím oddílu, nedominovaná varianta existuje, „jestliže na množině rozhodovacích variant neexistuje jiná varianta, která by ji dominovala“ (Jablonský, 2007, s. 274). K nalezení vzájemně nedominované varianty „(p)ředpokládejme všechna kritéria maximalizační. Varianty  $a_i$  a  $a_j$  jsou vzájemně nedominované, jestliže v případě, že existuje alespoň jedno kritérium  $f_l$ , že  $y_{il} > y_{jl}$ , pak existuje jiné kritérium  $f_k$ , že  $y_{ik} > y_{jk}$ “ (Šubrt et al., 2011, s. 166).

### 3.5.3 Paretovská varianta

„Varianta, která není dominovaná žádnou jinou variantou, je nedominovaná varianta, často se též nazývá efektivní nebo paretovská. Množinu všech nedominovaných variant označíme  $A_N$ “ (Šubrt et al., 2011, s. 166).

Zjednodušeně řečeno, paretové varianty se zlepšujícím kritériem zákonitě nabývají horších hodnot v jiném kritériu. Cílem rozhodování při vícekritériální analýze variant je výběr jedné nejlepší, a proto je nutné vzít v potaz jen varianty nedominované. „Pokud je v řešeném problému možná kompenzace kritériálních hodnot, může být jako řešení vybrána kterákoliv paretové varianta“ (Šubrt et al., 2011, s. 166).

### 3.5.4 Ideální a bazální varianta

Ideální varianta se prakticky nevyskytuje, neboť vyžaduje dosažení optimálních hodnot u všech kritérií, což je vysoce nepravděpodobné. „Ideální varianta je hypotetická nebo reálná varianta, která dosahuje ve všech kritériích současně nejlepší možné hodnoty“ (Šubrt et al., 2011, s. 166).

„Bazální varianta je hypotetická nebo reálná varianta, jejíž ohodnocení je nejhorší podle všech kritérií“ (Šubrt et al., 2011, s. 166). Pro bazální variantu platí to samé, co pro ideální variantu s tím rozdílem, že všechna kritéria dosahují hodnot, které jsou srovnatelně nejhorší. Výskyt takové varianty je opět vysoce nepravděpodobný a existuje tedy pouze hypoteticky.

### 3.5.5 Kompromisní varianta

„Kompromisní varianta musí být [...] vždy variantou nedominovanou“ (Jablonský, 2007, s. 274) a „je (tedy) jediná nedominovaná varianta doporučená jako řešení problému“ (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 7). Mezi metody výběru kompromisních variant patří metody nevyžadující informaci o preferenci kritérií, metody vyžadující aspirační úroveň kritérií, metody vyžadující ordinální nebo kardinální informace nebo metody založené na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty. Tyto metody jsou dále kategorizovány a některým z nich se práce jím konkrétněji věnuje níže.

## 3.6 Metody stanovení vah kritérií

Prvním krokem vícekritériální analýzy variant je obvykle stanovení vah jednotlivých kritérií. V následujících oddílech, práce rozpracovává některé z metod stanovení vah kritérií, přičemž se blíže věnuje hlavně metodám relevantním pro úlohu řešenou dále v této práci.

### 3.6.1 Stanovení vah kritérií z ordinální informace o preferencích kritérií

U metod stanovujících váhy kritérií z ordinální informace rozhodovatel přiřazuje na základě důležitosti jednotlivým kritériím „pořadová čísla nebo při porovnání všech dvojic kritérií určí, které kritérium je důležitější než druhé“ (Šubrt et al., 2011, s. 171).

První z vybraných metod v této kategorii je metoda pořadí, která „je založena na tom, že každý vybraný expert přiřadí jednotlivým kritériím pořadí podle důležitosti (Žáček, 2015, s. 70). „Uspořádaným kritériím jsou přiřazena čísla (body)  $k, k-1, \dots, 1$ . Nejdůležitějšímu kritériu je přiřazeno číslo  $k$  (počet kritérií), [...] nejméně důležitému kritériu číslo 1. Obecně je  $i$ -tému kritériu přiřazeno číslo  $b_i$ “ (Fiala, Jablonský, Mañas, 1994, s. 34). U kritérií následně dochází k výpočtu vah a normalizaci vah kritérií.

Metoda Fullerova trojúhelníku je druhou metodou stanovující váhy kritérií z ordinální informace, pokud „vyjadřuje pouze vztah mezi každou dvojicí hodnocených kritérií“ (Šubrt et al., 2011, s. 172). Pomocí Fullerova trojúhelníku párově porovnáváme kritéria, která musí být logicky seřazena podle vzájemné důležitosti. „Výhodou této metody je jednoduchost vyžadované informace od uživatele a metoda ani nepožaduje nutně tranzitivnost preferencí uživatele“ (Fiala, Jablonský, Mañas, 1994, s. 36). Metoda „je vhodná i při aplikaci většího počtu hodnotících kritérií a pro počítačové zpracování“ (Žáček, 2015, s. 71). Nevýhodou u tohoto postupu je fakt, že nejméně důležité kritérium se rovná nule, tím pádem hodnota váhy se také rovná nule. „Této situaci se můžeme vyhnout tak, že po ukončení porovnání a vyčíslení hodnot  $n_j$  všechny tyto hodnoty zvětšíme o hodnotu jedna (Šubrt et al., 2011, s. 173).

### 3.6.2 Stanovení vah kritérií z kardinální informace o preferencích kritérií

U metod stanovujících váhy kritérií z kardinální informace se nevychází jen z pořadí důležitosti kritérií, ale i poměru důležitosti mezi všemi dvojicemi kritérií (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 15). Nejznámějšími metodami jsou bodovací metoda a Saatyho metoda.

Bodovací metoda je založena na tom, že „expert na základě vhodně zvolené bodovací stupnice ohodnotí jednotlivá kritéria [...]. Vyšší hodnota bodovací stupnice se přiřazuje kritériu, které je podle názoru experta důležitější“ (Žáček, 2015, s. 71). Tato metoda je stejně jako metoda pořadí vhodná při hodnocení více experty a hodnoty se stejně tak normalizují (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 16).

Často využívanou metodou je metoda kvantitativního párového srovnání kritérií, tj. Saatyho metod. Tato metoda je vhodná v případech, kdy hodnotí pouze jeden expert jako je tomu v úloze řešené dále v této práci. Metodu lze použít jak při stanovení preferencí mezi kritérii, tak i mezi variantami (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 18). Používá se 9-ti bodová stupnice, přičemž 1 se přiřadí v případě rovnocenných kritérií  $i$  a  $j$ , 3 slabě preferovanému kritériu  $i$  před  $j$ , s postupnou intenzifikací až k hodnotě 9 pro absolutně preferované kritérium  $i$  před  $j$  (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 16). Je možné přiřadit i tzv. mezistupně, tedy hodnoty 2, 4, 6, 8. Velikosti preferencí se zapíše do Saatyho matice (Šubrt et al., 2011, s. 175):

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

(3)

Na tomto místě je vhodné zmínit, že Saaty navrhl pro možné výpočetní potíže „několik početně velmi jednoduchých způsobů, pomocí kterých lze odhadnout váhy  $v_j$ “ (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 17). Nejčastěji používanou je metoda normalizovaného geometrického průměru řádků Saatyho matice (metoda logaritmických nejmenších čtverců) (Fiala, Jablonský, Maňas, 1994, s. 38; Fotr, Dědina, 1997, s. 123; Jablonský, 2007, s. 276; Šubrt et al., 2011, s. 174). Geometrický průměr řádku, „tj. vynásobíme prvky jednotlivých řádků této matice a určíme  $n$ -té odmocniny těchto součinů“ (Fotr, Dědina, 1997, s. 124). Geometrický průměr řádků se vypočítá pomocí následujícího vzorce (Šubrt et al., 2011, s. 176):

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

(4)

„Normalizací těchto řádkových geometrických průměrů (jejich vydělením součtem těchto geometrických průměrů) získáme dobré odhady vah odpovídajících kritérií“ (Fotr, Dědina, 1997, s. 124). Tento vztah je vyjádřený vzorcem (Šubrt et al., 2011, s. 176):

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

(5)

Nekonzistentnost Saatyho matice může nastat u rozsáhlých úloh při zadáním špatných odhadů poměrů vah. „V tomto případě je nutné na základě odhadu vah překvantifikovat Saatyho matici tak, aby splňovala požadavek konzistence, a poté provést nový odhad vah“ (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 17).

### 3.7 Metody výběru kompromisních variant

Tato kapitola nabízí přehled několika metod při výběru kompromisních variant v rámci rozhodování za užití vícekritériální analýzy variant. Metody využívané v praktické části této práce jsou rozpracovány blíže.

#### 3.7.1 Metody nevyžadující informaci o preferenci kritérií

Bodovací metoda a metoda pořadí patří mezi jednoduché metody, které pro určení nejlepší varianty nevyžadují znalost preferencí kritérií. V následující části jsou obě tyto metody krátce popsány.

##### 3.7.1.1 Bodovací metoda

Bodovací metoda a metoda pořadí se využívají v případech, kdy je „model zadán pouze pomocí preferencí variant podle jednotlivých kritérií a nejsou známy preference kritérií“ (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 20). U bodovací metody je nutné dodržovat stejný systém bodování u každého z kritérií.

##### 3.7.1.2 Metoda pořadí

U metody pořadí se jedná o ohodnocení čísla od 1 o  $m$  s tím, že  $m$  se rovná počtu variant. „Celkové ohodnocení každé varianty se pak vypočítá jako součet dílčích hodnot, tedy“ (Šubrt et al., 2011, s. 179):

$$b_i = \sum_{j=1}^k b_{ij}$$

(6)

Následně se varianta sestupně seřadí podle hodnot  $b_i$  a nejlepší varianta je vybrána podle vztahu (Šubrt et al., 2011, s. 179):

$$a_i: b_i = \max(b_i) \tag{7}$$

### 3.7.2 Metody vyžadující aspirační úrovně kritérií

Mezi metody vyžadující určení aspiračních úrovní kritérií patří konjunktivní, disjunktivní, metoda bazické varianty a metoda PRIAM. Tato kapitola se věnuje všem zmíněným metodám, nicméně v analytické části práce je v praxi využita jen metoda bazické varianty.

#### 3.7.2.1 Konjunktivní a disjunktivní metoda

Mezi metody vyžadující stanovené aspirační úrovně kritérií patří prvně konjunktivní a disjunktivní metody. Tento přístup „vychází ze znalosti aspiračních hodnot kritérií, to jest hodnot, které by měly varianty alespoň dosahovat při hodnocení podle jednotlivých kritérií, aby byly pro uživatele akceptovatelné“ (Fiala, Jablonský, Maňas, 1994, s. 51).

Pokud je známa nominální informace o kritériích a kardinální ohodnocení variant podle kritérií je možné určit „množinu akceptovatelných variant tak, že v případě konjunktivní metody připustíme pouze varianty, které splňují všechny aspirační úrovně“ (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 21). Druhá z uvedených metod, metoda disjunktivní, připouští pouze „varianty, které splňují alespoň jeden požadavek“ (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 21). Platí, že čím jsou aspirační úrovně přísnější, tím je množina variant menší. Proto je konjunktivní metoda efektivní v případech, kdy je žádoucí snížit počet „variant před výpočtem některou z [...] metod využívajících kardinální informace“ (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 21).



### 3.7.2.2 Metoda bazické varianty

Další metodou je metoda bazické varianty, která pracuje s vytvořením bazické varianty, tedy takové varianty, „která dosahuje nejlepších či předem stanovených hodnot z hlediska všech kritérií“ (Šubrt et al., 2011, s. 183). Bazickou variantu lze chápat dvojím způsobem. Za prvé, bazická varianta je taková, „která dosahuje nejlepších hodnot kritérií z daného souboru kritérií, nebo (za druhé) jako varianta, která nabývá pro jednotlivá kritéria právě požadovaných [...] hodnot“ (Fotr, Dědina, 1997, s. 135). „Vytvoření užtkové funkce s využitím bazické varianty spočívá v porovnávání hodnot důsledků jednotlivých variant s odpovídajícími hodnotami v bazické variantě“ (Šubrt et al., 2011, s. 183).

Pro výpočet užitku kritéria výnosového typu při volbě  $i$ -té varianty použijeme vzorec (Šubrt et al., 2011, s. 183):

$$u_{ij} = \frac{y_{ij}}{y_j^B} \quad (8)$$

„(U) kritéria nákladového typu je dílčí užitek dán vztahem“ (Šubrt et al., 2011, s. 183):

$$u_{ij} = \frac{y_j^B}{y_{ij}} \quad (9)$$

Posledním krokem je výpočet agregované funkce užitku každé z variant a následné seřazení těchto hodnot.

### 3.7.2.3 Metoda PRIAM

Jako poslední lze zmínit metodu PRIAM (Programme Utiliser l'Intelligence Artificielle en Multicritère), jež „je založena na heuristickém prohledávání množiny variant. Uživatel vybírá směr, ve kterém prohledávání postupuje. Heuristickou informací je počet variant, které zůstávají přípustné pro danou aspirační úroveň“ (Fiala, Jablonský, Mañas, 1994, s. 55).

### 3.7.3 Metody vyžadující ordinální informace

Tyto metody vyžadují „zadání pořadí důležitosti kritérií a pořadí jednotlivých variant podle jednotlivých kritérií“ (Šubrt et al., 2011, s. 184). Metody vyžadující ordinální informace se různí podle výpočetní principu; od jednoduchých jako je lexikografická metoda, přes permutační metodu až po sofistikovanou metodu ORESTE.

### 3.7.4 Metody vyžadující kardinální informaci

V tomto oddíle se práce zabývá metodami vyžadujícími kardinální informaci. Metodou, kterou nejvíce rozpracovává je WSA, metoda váženého součtu, která je aplikována v praktické části této práce.

#### 3.7.4.1 WSA

WSA (Weighted Sum Approach) neboli metoda váženého součtu je jednou z metod využívající přístup maximalizace užitku (Doumpos, Grigoroudis, 2013, s. 290). „Čím je varianta vhodnější podle nějakého kritéria, tím je vyšší hodnota užitku. Z hlediska všech kritérií se varianta ohodnotí celkovou hodnotou užitku, kterou dostaneme agregací dílčích hodnot užitku s použitím vah kritérií“ (Fiala, Jablonský, Mañas, 1994, s. 77).

Ačkoliv metoda váženého součtu vychází z principu maximalizace užitku, „dopouští se zjednodušení v tom, že předpokládá pouze lineární funkci užitku“ (Fiala, Jablonský, Mañas, 1994, s. 78-79). „Dosáhne-li varianta  $a_i$  podle kritéria  $j$  určité hodnoty  $y_{ij}$ , přináší tak uživateli užitek, který lze vyjádřit pomocí lineární funkce užitku“ (Šubrt et al., 2011, s. 186).

Váženým součtem hodnot dílčích funkcí užitku lze následně vyjádřit celkový užitek varianty podle následujícího vzorce (Šubrt et al., 2011, s. 186):

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^m v_j u_j(y_{ij}) \quad (10)$$

Následně je třeba určit ideální a bazální variantu s ohodnocením a „standardizovanou matici R, jejíž prvky získáme pomocí vzorce“ (Šubrt et al., 2011, s. 186):

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j} \quad (11)$$

Prvky matice R jsou transformované kriteriální hodnoty a to tak, že  $r_{ij} \in \langle 0; 1 \rangle$ . Hodnota nula odpovídá bazální variantě a naopak hodnota jedna odpovídá variantě ideální.

V posledním kroku vypočteme agregovanou funkci užitku pro každou z variant za pomoci vzorce uvedeného níže. Poté pouze seřadíme sestupně podle vypočítaných hodnot a řešením problému je takový počet nejlepších variant, který je zadán. „Varianta, která dosáhne maximální hodnoty užitku je vybrána jako "nejlepší", případně je možno uspořádat varianty podle klesajících hodnot užitku“ (Fiala, Jablonský, Maňas, 1994, s. 79). Agregovaná funkce se počítá podle následujícího vzorce (Šubrt et al., 2011, s. 186):

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j r_{ij} \quad (12)$$

Mezi další metody vyžadující kardinální informaci o kritériích jsou funkce užitku, metoda AHP – analytický hierarchický proces, konstrukce hierarchické struktury problému nebo párové porovnání prvků v jednotlivých hierarchických úrovních.

### 3.7.5 Metody založené na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty

Výše v práci je definovaná ideální varianta jako taková, která nabývá nejlepších hodnot ve všech kritériích. Pravděpodobnost, že se taková varianta vyskytne je velice nízká a proto je ideální varianta hypotetická. Při vícekritériální analýze dat se tedy vybírá nejbližší možná varianta této ideální. K tomu slouží právě metody založené na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty, které se „liší způsobem měření vzdálenosti variant od ideální varianty“ (Fiala, Jablonský, Maňas, 1994, s. 99).

#### 3.7.5.1 TOPSIS

TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) je jednou z nejužívanějších metod v této kategorii a „poskytuje úplné uspořádání množiny všech variant, tj. je určena i pro výběr nejlepší varianty“ (Fiala, Jablonský, Maňas, 1994, s. 99). „Metoda TOPSIS vyžaduje pouze minimální počet uživatelských vstupů a její výsledek je snadno srozumitelný. Jediným subjektivním parametrem jsou stanovené váhy kritérií“<sup>1</sup> (Ishizaka, Nemery, 2013, s. 215). Metoda pracuje s „kardinální(m) hodnocení(m) podle jednotlivých kritérií a váhy těchto kritérií“ (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 36).

Prvním krokem při užití metody TOPSIS může být případné převedení minimalizačních kritérií na maximalizační pomocí vzorce (Šubrt et al., 2011, s. 164):

$$y'_{ij} = -y_{ij} \tag{13}$$

---

<sup>1</sup> Citovaný text je přeložen z anglického originálu autorem.

Dále je nutné vytvořit normalizovanou kritériální matici  $R = (r_{ij})$  a to pomocí následujícího vzorce (Šubrt et al., 2011, s. 193):

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p y_{ij}^2}}$$

(14)

Do vztahu je důležité zohlednit váhy kritérií proto je dalším krokem výpočet normalizované vážené kritériální rovnice  $W = v_j r_{ij}$  dle vztahu daného vzorcem (Šubrt et al., 2011, s. 193):

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

(15)

Dále je nutné vypočítat vzdálenosti variant od ideální varianty vzorcem (Šubrt et al., 2011, s. 193):

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - h_j)^2}, \text{ kde } h \text{ je ideální varianta}$$

(16)

a zároveň od varianty bazální následujícím vzorcem (Šubrt et al., 2011, s. 193):

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - d_j)^2}, \text{ kde } d \text{ je bazální varianta.}$$

(17)

Posledním krokem je vypočtení relativního ukazatele vzdáleností jednotlivých variant od bazální varianty vzorcem (Šubrt et al., 2011, s. 193):

$$c = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \tag{18}$$

Hodnoty tohoto ukazatele se pohybují od nuly do jedné, přičemž nula značí bazální variantu a jedna variantu bazální (Doumpos, Grigoroudis, 2013, s. 290). Podle zadání úlohy hledáme mezi sestupně seřazenými zadaný počet variant nejvíce se blížících jedné, „alternativa s nejvyšším [...] hodnotou je vybrána jako nejlepší“<sup>2</sup> (Doumpos, Grigoroudis, 2013, s. 290).

---

<sup>2</sup> Citovaný text je přeložen z anglického originálu autorem.

## 4 Užití vícekriteriální analýzy v praxi

Druhá část této práce aplikuje výše zmíněné teoretické poznatky na vybraný případ. Společnost EKOSTAVBY Louny s.r.o. zadala k rozhodování vícekriteriální analýzou variant výběr služebního mobilního telefonu. Toto rozhodování je v následující části prováděno za použití metody pořadí, metody bazické varianty, metody váženého součtu (WSA) a metody TOPSIS.

### 4.1 Charakteristika vybrané společnosti

Zadavatelem úlohy řešené v této práci je společnost EKOSTAVBY Louny s.r.o. se sídlem v Lounech. Společnost vznikla v roce 1990 a zaměřuje se na výstavbu objektů a staveb ekologického charakteru (například vodovody, kanalizace, čistírny odpadních vod aj.) a výstavbu pozemních průmyslových staveb. V roce 1994 se společnost začala význačně realizovat v oblasti silničního stavitelství, včetně výroby a pokládky obalovaných a živičných směsí. Výrobní program společnosti se sestává z několika důležitých komponentů, mezi nimiž je již výše zmíněné vytváření inženýrských sítí, dopravní nebo ekologické stavby, pozemní stavby, ale i autoservis a pneuservis, půjčovna malé mechanizace a výroba betonových směsí.

Společnost řídí ředitel závodu, který je také vedoucím tří útvarů společnosti, jimiž jsou útvary obchodně technického ředitele, útvary výrobního ředitele a útvary finančního ředitele. Nejen, že ředitel závodu řídí všechny útvary, ale je přímým nadřízeným tří dalších ředitelů pro každý ze tří závodů. Prvním je ředitel závodu dopravních staveb, dalším ředitel závodu inženýrských staveb a posledním ředitel závodu dopravy, mechanizace a služeb. Závod dopravy, mechanizace a služeb disponuje velkým množstvím strojů a stavební mechanizace, které společnost pronajímá i externím zákazníkům. S osobami na těchto vedoucích pozicích činí průměrný kmenový stav zaměstnanců společnosti 149 osob, z toho pouze 30 osob je součástí managementu a administrativy, zbytek zaměstnanců jsou techničtí zaměstnanci.

## 4.2 Současný stav

V minulosti nebyl nákup služebních telefonů ve společnosti EKOSTAVBY Louny s.r.o. prováděn hromadně. Jednotlivým zaměstnancům byly pořizovány přístroje dle aktuální potřeby, víceméně náhodně. Následkem toho se mobilní telefony jednotlivých zaměstnanců liší typem, značkou, operačním systémem a hlavně stářím. Přístroje byly pořizovány bez zjišťování potřeb budoucího uživatele a největší váhu v rozhodování měla cena.

Společnost chce dát svým zaměstnancům možnost vyjádřit se k výběru přístrojů, protože právě oni je budou užívat. Hraje zde roli i otázka spravedlivosti, a sice aby se nestávalo, že zaměstnanci se stejnými nároky budou vybaveni mnohdy i o několik let starším a výkonnostně horším přístrojem. Dále si společnost klade za cíl přehlednější a efektivnější správu služebních telefonů.

## 4.3 Požadavky

Požadavky na telefony jsou vyvozeny z představ vedení firmy, jedná se jak o striktní požadavky (cena, operační systém, či datum uvedení na trh), tak i požadavky odvozené po zjištění ideálního stavu, dle očekávání zadavatele (fotoaparát, podpora paměťové karty). Některé požadavky (velikost úhlopříčky displeje, hmotnost) vzešly z průzkumu mezi zaměstnanci, kteří by měli být služebním telefonem vybaveni. Tento průzkum spočívá mj. v názorné ukázce jednotlivých typů mobilních telefonů, s cílem zjistit ideální rozměry zařízení. Výsledky průzkumu byly prezentovány zadavateli a po diskuzi byly odvozeny další nároky na vybírané zařízení.

Služební telefon by měl v ideálním případě plně nahradit kancelářské vybavení v době, kdy se zaměstnanci zdržují mimo svou kancelář. Mezi tyto úkony lze zařadit například e-mailovou korespondenci, editaci textových dokumentů, či práci s plánovacím kalendářem. Minimální délka úhlopříčky displeje je stanovena na 4,5 palce, což je dle zaměstnanců zajišťující pohodlné provádění úkonů zmíněných výše. Náplní práce zaměstnanců je i informační fotodokumentace probíhajících staveb, pro tyto účely by měl být telefon vybaven kvalitním fotoaparátem s podporou přisvícení, při pořizování snímků za zhoršených světelných podmínek. Zaměstnanci využívají telefon i k nahrávání a stahování pořizovaných snímků nebo textových dokumentů z cloudového úložiště, k používání GPS



navigace, či práce s internetovým prohlížečem. Proto by měl být telefon schopen datových přenosů v pásmu LTE. Dalším požadavkem je dostatečná výdrž baterie. Maximální cena je společností stanovena na 9500 Kč včetně DPH.

Shrnutí požadavků v bodech:

- Minimální délka úhlopříčky 4,5 palce
- Maximální hmotnost 150g
- Dostatečný výkon pro plynulý běh aplikací
- Kvalitní fotoaparát s minimálním rozlišením snímku 6 MPx
- Cena včetně DPH maximálně 9500 Kč
- Výdrž baterie
- Datový přenos v pásmu LTE
- Plně dotykový (bez hardwarové klávesnice)
- Podpora paměťové karty
- Uvedení na trh nejpozději v roce 2015
- Operační systém Android

## 4.4 Stanovení kritérií

### 4.4.1 Cena

Jedná se o minimalizační kritérium. Maximální cena je stanovena na 9500 Kč vč. DPH. Pro porovnávání cen jednotlivých modelů byla použita uvedená průměrná cena z internetového portálu MobilMania.cz (MobilMania.cz, ©2007-2015) a to ke dni 1. 11. 2015.

### 4.4.2 Úhlopříčka

Délka úhlopříčky je parametr určující velikost displeje. Čím je plocha displeje větší, tím se uživateli lépe zachází s dokumenty v textových editorech, a celková přehlednost jednotlivých ikon je vyšší. Hodnota délky úhlopříčky je uváděna v palcích. Jedná se o maximalizační kritérium.

### 4.4.3 Fotoaparát

Fotoaparát je v dnešní době téměř nedílnou součástí každého moderního mobilního telefonu. Byla zadána podmínka, že mobilní telefon musí disponovat fotoaparátem s podporou přisvícení. Rozhodujícím prvkem u tohoto kritéria je hodnota maximální rozlišení, ve kterém daný fotoaparát pořizuje snímky. Tato hodnota se udává v megapixelech [MPx]. Toto kritérium je maximalizační.

Do porovnávání v této práci se započítává pouze hlavní – tzv. zadní fotoaparát. Rozlišení předního fotoaparátu není hodnoceno.

### 4.4.4 Výkon

V tomto kritériu je zohledněno více parametrů mobilního telefonu, jedná se zjednodušeně o hardwarovou vybavenost. Mezi sledované parametry patří osazení konkrétním typem procesoru, u kterého sledujeme taktovací frekvenci a počet jader. Dále pak hodnotu velikosti operační paměti RAM [MB] a druh akcelerátoru 3D grafiky. Pro porovnání jsou použity hodnoty výkonu jednotlivých modelů, které jsou převzaty z internetového portálu MobilMania.cz. Výkon je zde hodnocen škálou od jedné do sta. Jedná se o maximalizační kritérium.

#### 4.4.5 Výdrž baterie

Většinou se u baterie sleduje její kapacita udávána v miliampérhodinách [mAh]. Tato veličina je však nevhodná pro porovnávání různých modelů mobilních telefonů, protože nezohledňuje jejich hardwarovou vybavenost, která zjednodušeně určuje spotřebu energie.

Pro objektivní posouzení jsou použity výsledky testu výdrže baterií „*Battery life test*“ (GSMArena.com, ©2000-2015). Kritéria hodnocení testu jsou nastavena tak, aby co nejpřesněji odpovídala užívání mobilního telefonu během pracovní doby v běžný pracovní den. Test se skládá z devadesáti minut telefonování a sto padesáti minut používání internetového připojení, po zbylou dobu je telefon v pohotovostním režimu. Sleduje se celková doba výdrže baterie udávána v hodinách. Toto kritérium je maximalizační.

#### 4.4.6 Pásmo datového přenosu

Posledním kritériem je schopnost datového přenosu v pásmu LTE. Toto kritérium bylo nastaveno po domluvě s firmou, protože společnost EKOSTAVBY Louny s.r.o. využívá služeb mobilního operátora, mezi které patří právě i vysokorychlostní mobilní internet v pásmu LTE. U tohoto kritéria nelze říci, zdali jde o maximalizační či minimalizační, není zahrnuto do výpočtů, slouží ke stanovení množiny variant.

Pro lepší orientaci v této práci, jsou nadále kritéria značena dle následující tabulky:

Tabulka 1 - Označení kritérií

Kritérium [měrná jednotka]	Označení
<b>Cena [Kč]</b>	K1
<b>Hmotnost [g]</b>	K2
<b>Velikost úhlopříčka [palec]</b>	K3
<b>Fotoaparát [MPx]</b>	K4
<b>Výdrž baterie [h]</b>	K5
<b>Výkon [body]</b>	K6

(zdroj: vlastní zpracování)

## 4.5 Stanovení množiny variant

Pro stanovení množiny variant byl použit katalog mobilních telefonů na portálu MobilMania.cz, kde byl nastaven filtr vyhledávání dle parametrů. Zadané parametry splňuje celkem dvacet devět originálních modelů, které jsou vypsány v následující tabulce.

Tabulka 2 - stanovení množiny variant

#	Název modelu	K1	K2	K3	K4	K5	K6
1	Acer Liquid Z530	4329	145	5	8	42	50
2	Acer Liquid Jade S	7602	116	5	13	43	44
3	Asus Zenfone 2 Laser	5533	140	5	13	59	54
4	BenQ F52	8674	142	5	13	49	58
5	Coolpad Porto	3602	119	4,7	8	31	48
6	Gigabyte GSmart Guru GX	6345	115	5	13	45	60
7	HTC Desire 626	7483	135	5	13	59	54
8	Huawei P8 Lite	6481	131	5	13	53	55
9	Lenovo A6000	4049	128	5	8	44	48
10	Lenovo A7000	4990	140	5,5	8	50	58
11	Lenovo P70	6592	149	5	13	78	60
12	Lenovo S60	6044	128	5	13	51	54
13	Lenovo Vibe P1M	5531	148	5	8	54	54
14	Lenovo Vibe X2 Pro	9111	140	5,3	13	50	58
15	LG G4s	8639	139	5,2	8	54	56
16	LG Spirit	4123	124	4,7	8	38	48
17	Meizu M2	4264	131	5	13	43	56
18	Meizu M2 Note	5433	149	5,5	13	63	56
19	Samsung Galaxy J5	5571	149	5	13	67	51
20	Sony Xperia M4	6828	136	5	13	57	46
21	THL 2015	7077	147	5	13	51	60
22	Xiaomi Redmi 2	4742	133	4,7	8	55	48
23	Zopo 3X	7819	150	5,5	14	37	76
24	Zopo ZP350	3519	145	5	8	39	48
25	Zopo ZP530	4036	150	5	8	36	52
26	Zopo ZP720	5385	150	5,3	13	35	52
27	Zopo ZP920	6682	150	5,2	13	43	60
28	Zopo ZP952 Speed Plus	5974	150	5,5	13	43	62
29	Zopo ZP999	8563	150	5,5	14	41	76

(zdroj: vlastní zpracování)

#### 4.5.1 Nastavení aspiračních úrovní

Porovnávání takto rozsáhlé množiny variant je složité. Jsou tedy nastaveny aspirační úrovně pro kritéria výdrž baterie a výkon aspirační úrovně. Stanovení aspiračních úrovní má za důsledek zúžení množiny variant, respektive vyřazení některých modelů z porovnávání.

##### 4.5.1.1 Výdrž Baterie

Hodnota aspirační úrovně kritéria „výdrž baterie“ je 45 hodin. Důvodem nastavení této hodnoty je eliminace modelů, které mohou mít lepší hardwarovou vybavenost, ale nejsou vybaveny baterií s dostatečnou kapacitou elektrického náboje. Dále zde hraje roli fakt, že u těchto baterií rychleji klesá jejich životnost a schopnost opakovaně dosahovat stejných výsledků ve zvoleném testu baterií.

##### 4.5.1.2 Výkon

Hodnota aspirační úrovně kritéria „výkon“ je 55 bodů. Jedním z požadavků společnosti EKOSTAVBY Louny s.r.o. je aktuálnost modelu, která se odráží právě i v hardwarové vybavenosti, která je klíčová pro stanovení hodnoty kritéria výkon, jak bylo vysvětleno v charakteristice kritérií. Důsledkem je eliminace modelů, které nedisponují takovým výkonem, který je potřeba k plynulému spouštění náročnějších aplikací.

U ostatních kritérií, byly konkrétní přípustné hodnoty zadány přímo společností, nebo byly určeny dle výsledku průzkumu mezi zaměstnanci, který byl konzultován s vedením společnosti. Není tedy potřeba nastavovat aspirační úrovně u dalších kritérií a tím dále zmenšovat množinu přípustných variant.

Po aplikování aspiračních úrovní se zmenšila množina přípustných variant na devět modelů. Tyto modely jsou zvýrazněny zeleně v tabulce č. 3.

**Tabulka 3 - Množina variant - aplikování aspiračních úrovní**

#	Název modelu	K1	K2	K3	K4	K5	K6
1	Acer Liquid Z530	4329	145	5	8	42	50
2	Acer Liquid Jade S	7602	116	5	13	43	44
3	Asus Zenfone 2 Laser	5533	140	5	13	59	54
4	BenQ F52	8674	142	5	13	49	58
5	Coolpad Porto	3602	119	4,7	8	31	48
6	Gigabyte GSmart Guru GX	6345	115	5	13	45	60
7	HTC Desire 626	7483	135	5	13	59	54
8	Huawei P8 Lite	6481	131	5	13	53	55
9	Lenovo A6000	4049	128	5	8	44	48
10	Lenovo A7000	4990	140	5,5	8	50	58
11	Lenovo P70	6592	149	5	13	73	60
12	Lenovo S60	6044	128	5	13	51	54
13	Lenovo Vibe P1M	5531	148	5	8	54	54
14	Lenovo Vibe X2 Pro	9111	140	5,3	13	50	58
15	LG G4s	8639	139	5,2	8	54	56
16	LG Spirit	4123	124	4,7	8	38	48
17	Meizu M2	4264	131	5	13	43	56
18	Meizu M2 Note	5433	149	5,5	13	63	56
19	Samsung Galaxy J5	5571	149	5	13	67	51
20	Sony Xperia M4	6828	136	5	13	57	46
21	THL 2015	7077	147	5	13	51	60
22	Xiaomi Redmi 2	4742	133	4,7	8	55	48
23	Zopo 3X	7819	150	5,5	14	37	76
24	Zopo ZP350	3519	145	5	8	39	48
25	Zopo ZP530	4036	150	5	8	36	52
26	Zopo ZP720	5385	150	5,3	13	35	52
27	Zopo ZP920	6682	150	5,2	13	43	60
28	Zopo ZP952 Speed Plus	5974	150	5,5	13	43	62
29	Zopo ZP999	8563	150	5,5	14	41	76

*(zdroj: vlastní zpracování)*

Pro další výpočty v práci jsou varianty značeny dle následující tabulky.

Tabulka 4 - Označení Variant

Varianta	Označení
<b>BenQ F52</b>	V1
<b>Gigabyte GSmart Guru GX</b>	V2
<b>Huawei P8 Lite</b>	V3
<b>Lenovo A7000</b>	V4
<b>Lenovo P70</b>	V5
<b>Lenovo Vibe X2 Pro</b>	V6
<b>LG G4s</b>	V7
<b>Meizu M2 Note</b>	V8
<b>THL 2015</b>	V9

*(zdroj: vlastní zpracování)*

## 4.6 Kriteriaální matice

Tabulka 5 - Kriteriaální Matice

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
V1	8674	142	5	13	49	58
V2	6345	115	5	13	45	60
V3	6481	131	5	13	53	55
V4	4990	140	5,5	8	50	58
V5	6592	149	5	13	73	60
V6	9111	140	5,3	13	50	58
V7	8639	139	5,2	8	54	56
V8	5433	149	5,5	13	63	56
V9	7077	147	5	13	51	60

(zdroj: vlastní zpracování)

## 4.7 Posouzení dominance

Pro posouzení dominance mezi jednotlivými variantami je v této práci použito grafické znázornění variant. Zdrojem dat pro sestavení grafického zobrazení je tabulka č. 6, která je sestavena na základě převráceného pořadí variant u jednotlivých kritérií, to znamená, že v jednotlivých sloupcích je vždy lepší ta varianta, která dosáhla vyšší hodnoty. Například u kritéria K1 je nejlépe hodnocena varianta V4 a nejhůře je hodnocena varianta V6. V Grafu jsou pak lepší varianty zaneseny dále od středu.

Tabulka 6 - Převrácené pořadí V dle jednotlivých K

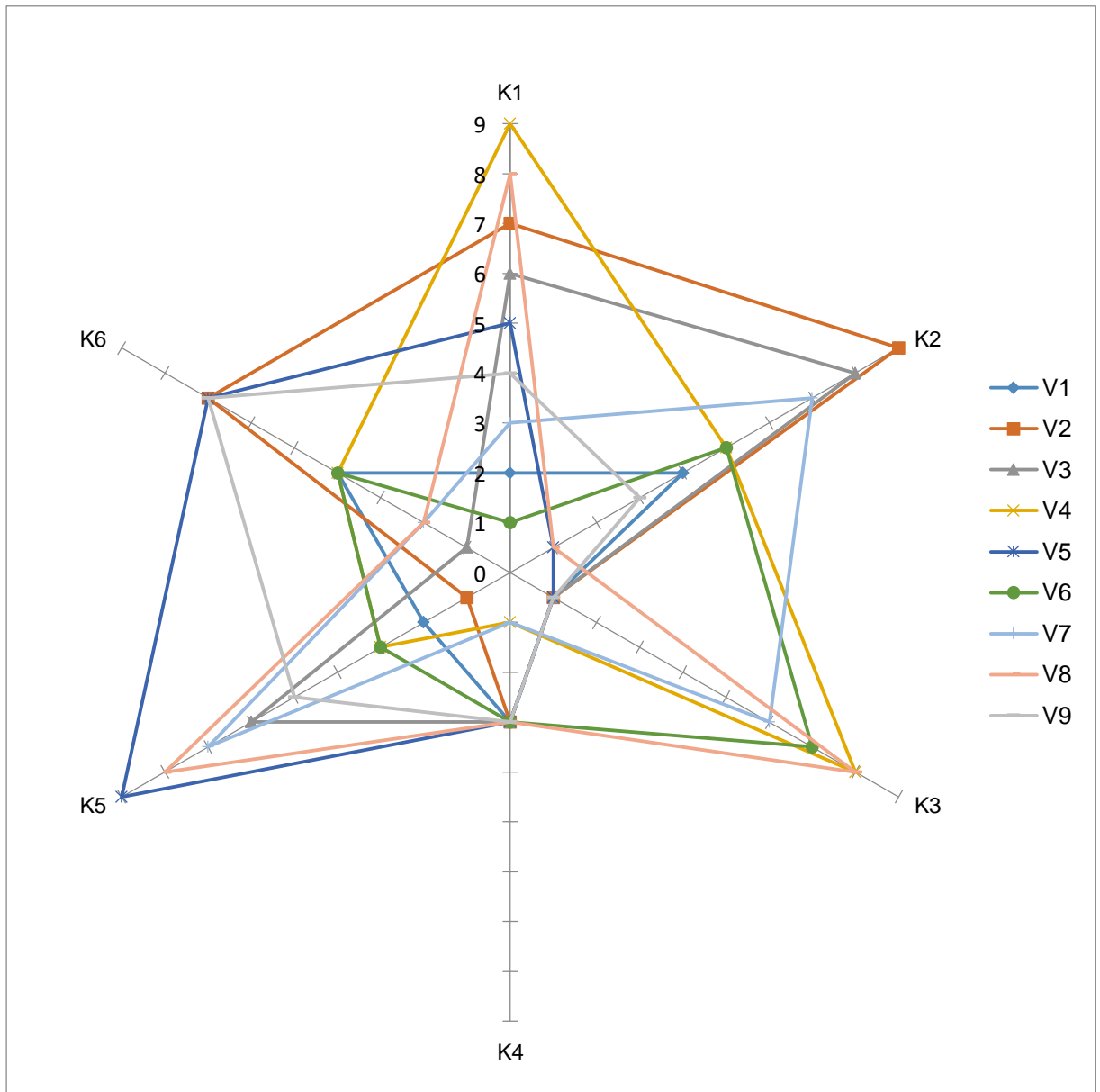
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
V1	2	4	1	3	2	4
V2	7	9	1	3	1	7
V3	6	8	1	3	6	1
V4	9	5	8	1	3	4
V5	5	1	1	3	9	7
V6	1	5	7	3	3	4
V7	3	7	6	1	7	2
V8	8	1	8	3	8	2
V9	4	3	1	3	5	7

(zdroj: vlastní zpracování)



Z grafu č. 1 lze vyčíst, že mezi variantami V1 až V9 nenajdeme žádné dominující tudíž ani dominované varianty. Není tedy možné vyřadit některou variantu z důvodu, že by byla ostře horší než jiná, ani nemůžeme jednoznačně vybrat variantu, která by byla ostře lepší než ostatní. Toto je dáno především tím, že modely, které mají lepší hodnoty např. u kritéria výkon, se zpravidla vyznačují vyšší cenou nebo kratší dobou výdrže baterie.

Graf 1 - Grafické posouzení dominance



(zdroj: vlastní zpracování)

## 4.8 Stanovení vah kritérií

Pro sestavení vah kritérií je v této práci použita Saatyho metoda. Sestavení vah je důležité pro následné výpočty jednotlivých metod uvedených v této práci.

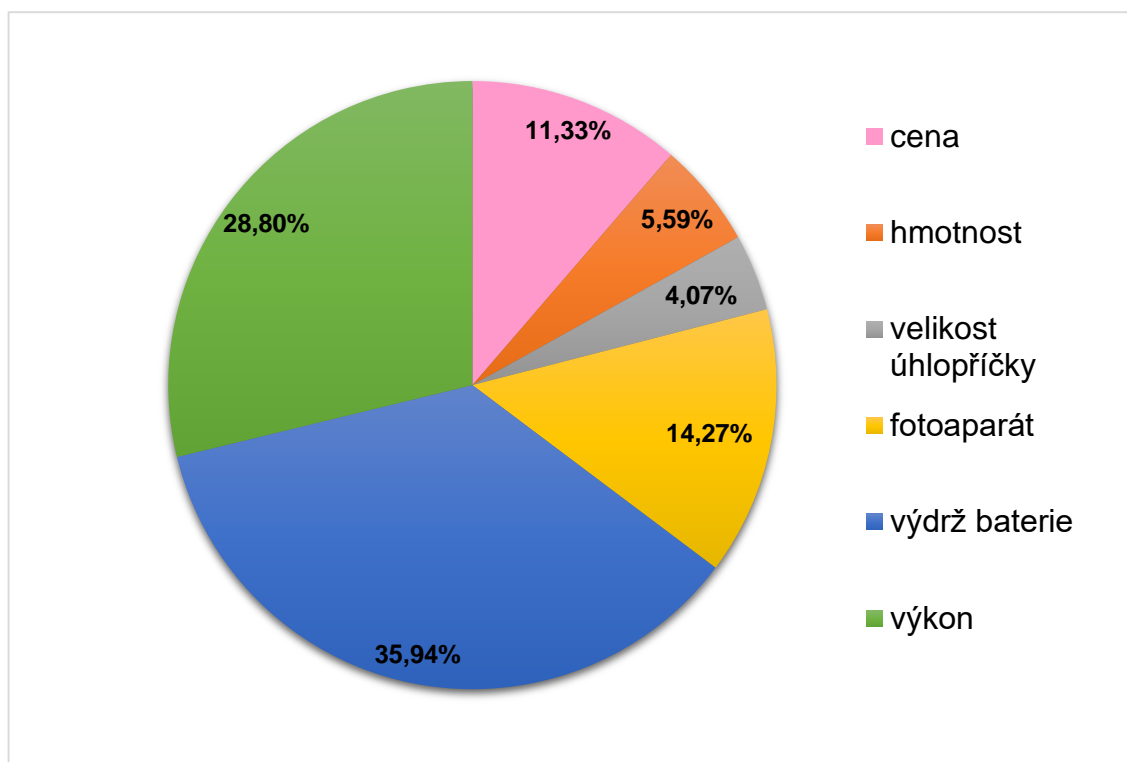
Tabulka 7 Stanovení vah kritérií

Kritérium	K1	K2	K3	K4	K5	K6	$b_j$	$v_j$
K1	1	5	2	0,5	0,33	0,33	0,906681	0,113281
K2	0,2	1	3	0,2	0,33	0,2	0,447214	0,055875
K3	0,5	0,33	1	0,25	0,14	0,2	0,325552	0,040675
K4	2	5	4	1	0,33	0,17	1,142347	0,142726
K5	3	3	7	3	1	3	2,876938	0,359447
K6	3	5	6	5	0,33	1	2,305058	0,287996

(zdroj: vlastní zpracování)

Graf č. 2 zobrazuje rozdělení vah kritérií a jejich procentuální zastoupení v rozhodování. Nejvyšší váhu má kritérium výdrž baterie, následuje kritérium výkon a fotoaparát.

Graf 2 - Poměr vah kritérií



(zdroj: vlastní zpracování)

## 4.9 Výběr kompromisní varianty

V následující části práce jsou provedeny výpočty vybraných metod pro výběr kompromisní varianty. Pro tuto práci byla vybrána metoda pořadí, metoda váženého součtu, metoda bazické varianty a metoda TOPSIS.

### 4.9.1 Metoda pořadí

K metodě pořadí není zapotřebí stanovení vah kritérií, na daná kritéria se hledí, jako na sobě rovná a sleduje se pouze pořadí jednotlivých variant v jednotlivých kritériích, ze kterých pak vzejde konečné pořadí dané varianty. V tabulce č. 8 je znázorněno pořadí variant v každém kritériu. Hodnoty v této tabulce nabývají hodnot od 1 (nejlepší) do 9 (nejhorší), při shodě dvou či více variant je použita průměrná hodnota pořadových čísel.

Tabulka 8 - Metoda pořadí

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Součet pořadí	Výsledné pořadí
V1	8	6	7	4	8	5	38	9.
V2	3	1	7	4	9	2	26	2.
V3	4	2	7	4	4	9	30	5.
V4	1	4,5	1,5	8,5	6,5	5	27	3.
V5	5	8,5	7	4	1	2	27,5	4.
V6	9	4,5	3	4	6,5	5	32	7.
V7	7	3	4	8,5	3	7,5	33	8.
V8	2	8,5	1,5	4	2	7,5	25,5	1.
V9	6	7	7	4	5	2	31	6.

*(zdroj: vlastní zpracování)*

Nejlépe hodnocenou variantou dle metody pořadí je taková, jejíž součet jednotlivých pořadí má nejnižší hodnotu. Mezi porovnávanými variantami se dle metody pořadí nejlépe umístila varianta V8 – Meizu M2 Note.

#### 4.9.2 Metoda bazické varianty

Pro tuto metodu je zapotřebí určit tzv. bazickou variantu, a sice variantu, která ve všech kritériích dosahuje nejlepších hodnot. Tato varianta je smyšlená. S touto variantou jsou porovnávány reálné varianty a za pomoci vah kritérií, které byly určeny Saatyho metodou, je určen agregovaný užitek jednotlivých variant.

Tabulka 9 - Bazická varianta

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Bazická Varianta	4990	115	5,5	13	73	60

(zdroj: vlastní zpracování)

Tabulka 10 – Agregovaný užitek a výsledné pořadí - metoda bazické varianty

	Agregovaný užitek	výsledné pořadí
V1	0,809792	8.
V2	0,834241	5.
V3	0,840938	4.
V4	0,812277	7.
V5	0,956023	1.
V6	0,814455	6.
V7	0,772636	9.
V8	0,909574	2.
V9	0,842406	3.

(zdroj: vlastní zpracování)

Při použití metody bazické varianty je za nejlepší považována varianta s nejvyšší hodnotou agregovaného užitku. Mezi porovnávanými variantami se nejlépe umístila varianta V5 – Lenovo P70.

### 4.9.3 Metoda váženého součtu

Pro aplikování metody váženého součtu (WSA) byla nejprve sestavena ideální varianta (VH), která dosahuje ve všech kritériích nejlepšího výsledku a varianta bazální (VD), která naopak ve všech kritériích nabývá hodnot nejhorších.

Tabulka 11 - Ideální a bazální varianta

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
VH	4990	115	5,5	13	73	60
VD	9111	149	5	8	45	55

(zdroj: vlastní zpracování)

Dále byla vytvořena standardizovaná kritériální matice ( $R$ ), jejíž prvky jsou získány použitím následujícího vzorce (Fiala, Jablonský, Maňas, 1994, s. 79):

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

(19)

Tabulka 12 - Standardizovaná matice R a výsledné pořadí metody WSA

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	užitek	výsledné pořadí
V1	0,10604	0,20588	0	1	0,14286	0,6	0,39039	7.
V2	0,6712	1	0	1	0	1	0,56263	4.
V3	0,63819	0,52941	0	1	0,28571	0	0,3473	8.
V4	1	0,26471	1	0	0,17857	0,6	0,40573	6.
V5	<b>0,61126</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,85941</b>	<b>1.</b>
V6	0	0,26471	0,6	1	0,17857	0,6	0,41891	5.
V7	0,11454	0,29412	0,4	0	0,32143	0,2	0,21881	9.
V8	0,8925	0	1	1	0,64286	0,2	0,57318	2.
V9	0,49357	0,05882	0	1	0,21429	1	0,56695	3.

(zdroj: vlastní zpracování)

Varianta, která má u daného kritéria hodnotu 1, odpovídá v daném kritériu hodnotě ideální varianty. V případě dosažení nulové hodnoty je varianta v daném kritériu totožná s variantou bazální. Výsledné pořadí určuje hodnota užitku, kterou jsme získali při použití vzorce č. 12. Do tohoto vzorce byly dosazeny hodnoty vah získané ze Saatyho matice. Nejvyšší hodnoty užitku při použití metody WSA dosahuje varianta V5 – Lenovo P70, a je tedy z pohledu této metody nejvhodnější.

#### 4.9.4 Metoda TOPSIS

Při použití metody TOPSIS je zjištěno jak je konkrétní varianta vzdálena od ideální a bazální varianty. Pro aplikování této metody je potřeba sestavit kritériální matici (*R*).

Tabulka 13 - normalizovaná kritériální matice *R*

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
V1	0,403072	0,339365	0,322326	0,359039	0,297929	0,333813
V2	0,294846	0,274838	0,322326	0,359039	0,273608	0,345324
V3	0,301165	0,313077	0,322326	0,359039	0,322249	0,316547
V4	0,23188	0,334586	0,354558	0,220947	0,304009	0,333813
V5	0,306323	0,356095	0,322326	0,359039	0,443853	0,345324
V6	0,423379	0,334586	0,341665	0,359039	0,304009	0,333813
V7	0,401445	0,332196	0,335219	0,220947	0,32833	0,322302
V8	0,252466	0,356095	0,354558	0,359039	0,383051	0,322302
V9	0,328861	0,351315	0,322326	0,359039	0,310089	0,345324

*(zdroj: vlastní zpracování)*

Maticе R slouží k sestavení prvků normalizované vážené kriteriální matice (*W*) ze které jsou posléze určeny hodnoty ideální (*VH*) a bazální (*VD*) varianty. K sestavení matice *W* byly použity váhy získané Saatyho metodou.

**Tabulka 14 - normalizovaná vážená kriteriální matice *W***

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
V1	0,04566	0,018962	0,013111	0,051244	0,10709	0,096137
V2	0,0334	0,015357	0,013111	0,051244	0,098348	0,099452
V3	0,034116	0,017493	0,013111	0,051244	0,115832	0,091164
V4	0,026268	0,018695	0,014422	0,031535	0,109275	0,096137
V5	0,034701	0,019897	0,013111	0,051244	0,159542	0,099452
V6	0,047961	0,018695	0,013897	0,051244	0,109275	0,096137
V7	0,045476	0,018561	0,013635	0,031535	0,118017	0,092822
V8	0,0286	0,019897	0,014422	0,051244	0,137687	0,092822
V9	0,037254	0,01963	0,013111	0,051244	0,111461	0,099452

*(zdroj: vlastní zpracování)*

**Tabulka 15 - ideální a bazální varianta získané z matice *W***

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
VH	0,026268	0,015357	0,014422	0,051244	0,159542	0,099452
VD	0,047961	0,019897	0,013111	0,031535	0,098348	0,091164

*(zdroj: vlastní zpracování)*

Z výše určených dat je pro každou variantu vypočtena její vzdálenost od ideální varianty ( $d_i^+$ ) a vzdálenost od varianty bazální ( $d_i^-$ ). Výpočty jsou provedeny dle vzorců č. 16 resp. 17 uvedených v kapitole 3.7.5.1 této práce. Hodnoty těchto vzdáleností slouží k výpočtu relativního ukazatele vzdálenosti od bazální varianty, dle vzorce č. 18.

**Tabulka 16 – ukazatele vzdálenosti, výsledné pořadí metody TOPSIS**

	$d_i^+$	$d_i^-$	$c_i$	Výsledné pořadí
V1	0,056152	0,022266	0,283941	8.
V2	0,061622	0,026263	0,298835	6.
V3	0,045245	0,02986	0,397572	3.
V4	0,054197	0,024857	0,314435	5.
V5	<b>0,009667</b>	<b>0,066164</b>	<b>0,872521</b>	<b>1.</b>
V6	0,054952	0,023123	0,296161	7.
V7	0,050364	0,019947	0,283692	9.
V8	0,023402	0,048118	0,672791	2.
V9	0,049522	0,027273	0,355137	4.

*(zdroj: vlastní zpracování)*

Relativní index vzdálenosti od bazální varianty ( $c_i$ ) nabývá hodnot z intervalu od nuly do jedné. Přičemž nula odpovídá bazální variantě a jednička indikuje shodu s ideální variantou. Lze tedy říci, čím vyšší hodnota  $c_i$  tím se varianta blíží ideálu a je z hlediska výběru vhodnější. Dle výsledku metody TOPSIS je nejvhodnější varianta V5 – Lenovo P70.



## 4.10 Souhrn a zhodnocení výsledků užitých metod

Při hledání kompromisní varianty byly v této práci použity celkem čtyři různé metody. V následující části práce jsou shrnuty jejich výsledky s krátkým komentářem.

Metoda pořadí jako jediná nevyužívá informace o preferencích mezi jednotlivými kritérii, na výsledek tedy nemají váhy těchto kritérií vliv. Dle metody pořadí je nejvhodnější varianta V8 – Meizu M2 Note, tento model těží v této metodě zejména z nízké ceny, nejlepší hodnoty kritéria velikosti úhlopříčky a relativně vysoké hodnoty kritéria výdrž baterie. Nutno poukázat na fakt, že na druhém místě se umístila varianta V2 – Gigabyte GSmart Guru GX, která v metodě pořadí zaostala pouze o 0,5 pořadového bodu, tato varianta disponuje nejlepšími hodnotami u kritérií hmotnost, fotoaparát a výkon, naopak dle kritéria výdrž baterie je nejhorší. Výsledné pořadí této metody do jisté míry ovlivnily i ne zcela rozdílné hodnoty u některých kritérií, například u kritéria velikost úhlopříčky jsou pouze čtyři různé hodnoty, u kritéria fotoaparát dokonce jen dvě. Metoda pořadí je nejméně vhodná pro tuto úlohu, nicméně lze na ni dostatečně demonstrovat význam stanovení vah kritérií při obdobných rozhodovacích procesech.

Ostatní použité metody pracují s informacemi o preferencích kritérií, byly pro ně tedy stanoveny váhy, a to za pomoci Saatyho metody. Všechny tři metody (metoda bazické varianty, WSA, TOPSIS) určily jako nejvhodnější variantu V5 – Lenovo P70, které vykazuje nejlepší hodnoty ve třech kritériích (K4, K5, K6), naopak ve dvou kritériích (K2, K3) je hodnocena nejhůře. Na druhém místě u všech uvedených metod se umístila varianta V8 – Meizu M2 Note. U metody bazické varianty byl rozdíl u variant V5 a V8 nejmenší, naopak u metod WSA a TOPSIS byla varianta V5 hodnocena daleko lépe než varianta V8 a to zejména díky tomu, že varianta V5 disponuje nejlepšími hodnotami ve třech kritériích, kterým je přikládána nejvyšší váha.

Tabulka 17 - přehled pořadí a celkové pořadí

	Název modelu	metoda pořadí	metoda bazické varianty	metoda WSA	metoda TOPSIS	Součet pořadí	celkové pořadí
V1	BenQ F52	9.	8.	7.	8.	32	8.
V2	Gigabyte GSmart Guru GX	2.	5.	4.	6.	17	4.
V3	Huawei P8 Lite	5.	4.	8.	3.	20	5.
V4	Lenovo A7000	3.	7.	6.	5.	21	6.
V5	<b>Lenovo P70</b>	<b>4.</b>	<b>1.</b>	<b>1.</b>	<b>1.</b>	<b>7</b>	<b>1.</b>
V6	Lenovo Vibe X2 Pro	7.	6.	5.	7.	25	7.
V7	LG G4s	8.	9.	9.	9.	35	9.
V8	<b>Meizu M2 Note</b>	<b>1.</b>	<b>2.</b>	<b>2.</b>	<b>2.</b>	<b>7</b>	<b>1.</b>
V9	THL 2015	6.	3.	3.	4.	16	3.

*(zdroj: vlastní zpracování)*

V tabulce č. 17 je uveden přehled jednotlivých pořadí, za použití různých metod. V posledním sloupci lze nalézt celkové pořadí variant, určené metodou pořadí. První místo celkového pořadí obsadily shodně varianty V5 a V8, na třetí příčce je varianta V9. Toto celkové pořadí je pouze orientační. Do diskuze se společností EKOSTAVBY Louny s.r.o. jsou zahrnuty všechny užití metody s jejich konkrétními výsledky.

## 5 Diskuze výsledků

Společnosti EKOSTAVBY Louny s.r.o. byly prezentovány výsledky jednotlivých metod, s vysvětlením toho, co nejvíce ovlivnilo jednotlivá pořadí. Ze získaných dat, byly k výběru doporučeny především dva modely, a to Lenovo P70 a Meizu M2 Note.

Porovnání těchto dvou modelů ukazuje, že model Meizu M2 Note je lepší v kritériích cena a velikost úhlopříčky, naopak model Lenovo P70 je lepší v kritériích výkon a výdrž baterie. V ostatních kritériích jsou si modely rovny. Pro kritéria cena a velikost úhlopříčky byly nejhorší přijatelné hodnoty nastaveny společností, oba modely splňují tyto podmínky s rezervou. Model Lenovo P70 je lepší v kritériích s největší vahou a také uspěl lépe ve všech metodách zohledňujících právě preference mezi kritérii. Tento fakt byl rozhodující při diskuzi a společnost EKOSTAVBY Louny s.r.o. se rozhodla pro výběr modelu Lenovo P70.

## 6 Závěr

Cílem této práce bylo navrhnout řešení rozhodovacího problému, a sice výběru vhodného telekomunikačního zařízení pro zaměstnance společnosti EKOSTAVBY Louny s.r.o. použitím metod vícekriteriální analýzy variant.

V první části práce byla provedena literární rešerše s cílem najít teoretická východiska pro výběr vhodného modelu mobilního telefonu za použití metod vícekriteriální analýzy variant. Na základě literární rešerše byly pro tento rozhodovací problém vybrány čtyři metody výběru kompromisní varianty, jsou jimi: metoda pořadí, metoda bazické varianty, metoda váženého součtu a metoda TOPSIS.

Druhá část práce popisuje praktické řešení rozhodovacího problému. Po seznámení se s aktuálním stavem telekomunikačních zařízení zaměstnanců společnosti, samotného procesu výběru služebních telefonů v minulosti a zjištěním podoby ideálního stavu, byly na základě diskuze s představiteli společnosti ujasněny požadavky na vybírané telekomunikační zařízení, které vedly k odvození kritérií, dle kterých byly jednotlivé varianty posuzovány. Při aplikaci požadavků společnosti byla za pomoci online katalogu mobilních telefonů stanovena množina variant, čítající dvacet devět různých modelů. Následně byly po diskuzi se společností aplikovány aspirační úrovně pro kritéria výkon a výdrž baterie, což vedlo k zúžení množiny přijatelných variant na devět modelů, u kterých následně nebyla zjištěna žádná vzájemná dominance. Posledním krokem před použitím jednotlivých metod bylo stanovení vah kritérií, které bylo provedeno na základě informací zjištěných ve společnosti. Váhy kritérií byly zjištěny pomocí Saatyho matice.

Použití vybraných metod vedlo k sestavení pořadí variant. Výsledky jednotlivých metod byly prezentovány zadavateli. Po diskuzi nad výsledky byl zadavateli doporučen výběr modelu Lenovo P70. Použitím metod vícekriteriální analýzy variant byl nalezen vhodný model telekomunikačního zařízení pro společnost EKOSTAVBY Louny s.r.o., čímž byl splněn cíl této práce.

## 7 Seznam použitých zdrojů

### 7.1 Tištěné dokumenty

Brožová, H., Houška, M. a Šubrt, T. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Paze, Provozně ekonomická fakulta, 2014. 172 s. ISBN 978-80-213-1019-3.

Doumpos, M., and Grigoroudis, E. *Multicriteria decision aid and artificial intelligence: Links, theory and applications*. Chichester: John Wiley & Sons, 2016. 369 p. ISBN 978-1-119-97639-4.

Fiala, P., Jablonský, J. a Maňas, M. *Vícekriteriální rozhodování*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1994. 316 s. ISBN 80-7079-748-7.

Fotr, J. a Dědina, J. *Manažerské rozhodování*. Vydání 1. Praha: Ekopres, 1997. 207 s. ISBN 80-901991-7-8.

Grasseová, M. *Efektivní rozhodování: analyzování, rozhodování, implementace a hodnocení*. 1. vydání. Brno: Edika, 2013. 392 s. ISBN 978-80-266-0179-1.

Ishizaka, A. and Nemery, P. *Multi-criteria decision analysis: Methods and systems*. Chichester: John Wiley & Sons, 2013. 312 p. ISBN 978-1-119-97407-9.

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

Šubrt, T. et al. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Aleš Čeněk, 2011. 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.

Žáček, V. *Rozhodování v managementu: Teorie, příklady, řešení*. 1. vydání. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2015. 174 s. ISBN 978-80-01-05804-6.

### 7.2 Elektronické dokumenty

Mobilmania.cz. *Katalog mobilů* [online]. ©2007-2015 [cit. 2015-01-11]. Dostupné z WWW: <http://www.mobilmania.cz/katalog-mobilu/sc-63-c-1/default.aspx>

GSMarena.com. *Battery life test results* [online]. ©2000-2015 [cit. 2015-15-11]. Dostupné z WWW: <http://www.gsmarena.com/battery-test.php3>