

Využití vícekriteriálního hodnocení nabídek při zadávání zakázek

Ivana Barbořáková

Bakalářská práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Institut bezpečnostních technologií

akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ivana BARBOŘÁKOVÁ**

Studijní program: **B 6208 Ekonomika a management**

Studijní obor: **Logistika a management**

Téma práce: **Využití vícekriteriálního hodnocení nabídek při zadávání zakázek**

Zásady pro vypracování:

1. Stanovte cíle bakalářské práce.
2. Zpracujte teoretickou část týkající se vícekriteriálního rozhodování.
3. Popište a analyzujte rozhodovací procesy při hodnocení nabídek ve společnosti.
4. Optimalizujte rozhodovací proces společnosti pomocí vícekriteriálního rozhodování.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Strohmandl

Institut bezpečnostních technologií

Datum zadání bakalářské práce:

20. února 2009

Termín odevzdání bakalářské práce:

3. června 2009

Ve Zlíně dne 9. března 2009



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. PhDr. Vladimír Štefčík, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na využití vícekriteriálního hodnocení nabídek při zadávání zakázek v soukromé společnosti. Teoretická část popisuje teorii vícekriteriálního hodnocení. Jsou zde popsány základní pojmy vícekriteriálního hodnocení, metody stanovení vah a metody výběru kompromisní varianty. Praktická část řeší aplikování teorie na konkrétní případ, a to na vyhodnocení nejlepší nabídky nerezových výpalků. Dále se zabývá také současným rozhodovacím procesem akciové společnosti Papcel Litovel. Závěr práce srovnává výsledky dosažené současným rozhodovacím procesem akciové společnosti Papcel s výsledky dosaženými optimalizací vícekriteriálního hodnocení a řeší samotné aplikování vícekriteriálního hodnocení na soukromou společnost.

Klíčová slova: vícekriteriální hodnocení, varianta, kritérium, váha, kriteriální matice, preference, rozhodovací proces, nerezové výpalky, kompromisní varianta.

ABSTRACT

Bachelor work deals with the utilization of the multicriterial classification of the orders at the offers placing in private company. The theoretical part describes the theory of the multicriterial classification. There are mentioned conceptions of determining of cogencies and methods of selection of a compromise variant. The practical part solves the application of the theory on concrete problem, problem of evaluating the best order of stainless steel fragments for stock company Papcel Litovel. The practical part also engages in contemporary decide process of stock company Papcel. The conclusion of the work compares the results gained by the contemporary decide process to the results gained by the optimization of the multicriterial classification and solves the application itself on private company.

Keywords: multicriterial classification, variant, criterion, criterial matrix, preference, decide process, stainless steel fragments, compromise variant.

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Janu Strohmandlovi za odbornou pomoc, kterou mi poskytl při konzultacích této práce, a panu Ing. Filipu Wrnatovi, řediteli logistiky ve společnosti Papcel, a. s., za věnovaný čas a informace potřebné ke zpracování praktické části.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem citoval(a). V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden(a) jako spoluautor(ka).

Ve Zlíně

.....

Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	8	
I	TEORETICKÁ ČÁST	9
1	VÍCEKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ	10
1.1	CHARAKTERISTIKA VÍCEKRITERIÁLNÍHO HODNOCENÍ.....	10
1.2	ZÁKLADNÍ POJMY	10
1.2.1	Varianta	10
1.2.2	Kritérium	11
1.2.3	Kriteriální matice.....	12
1.2.4	Váhy kritérií	13
2	METODY STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ	14
2.1	STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ BEZ PREFERENCÍ	14
2.1.1	Kritéria se stejnou váhou.....	14
2.1.2	Entropická metoda.....	14
2.2	STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ S PREFERENCÍ – ORDINÁLNÍ INFORMACE.....	15
2.2.1	Metoda pořadí	15
2.2.2	Fullerova metoda.....	16
2.3	STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ S PREFERENCÍ – KARDINÁLNÍ INFORMACE.....	16
2.3.1	Bodovací metoda.....	17
2.3.2	Saatyho metoda (kvantitativní párové srovnání).....	17
3	METODY VÝBĚRU KOMPROMISNÍ VARIANTY	19
3.1	METODY VYŽADUJÍCÍ ASPIRAČNÍ ÚROVEŇ (NOMINÁLNÍ INFORMACE).....	19
3.2	METODY VYŽADUJÍCÍ ORDINÁLNÍ INFORMACE.....	20
3.3	METODY VYŽADUJÍCÍ KARDINÁLNÍ INFORMACE	20
4	METODY VÝBĚRU KOMPROMISNÍ VARIANTY VYBRANÉ PRO PRAKTICKOU ČÁST	23
4.1	METODA POŘADÍ	23
4.2	METODA VÁŽENÉHO SOUČTU (WSA).....	23
4.3	METODA AHP	24
4.4	METODA BODOVACÍ	24
4.5	METODA TOPSIS.....	25
II	PRAKTICKÁ ČÁST	27
5	PROFIL AKCIOVÉ SPOLEČNOSTI PAPCEL LITOVEL	28
6	ZAKÁZKA	29
7	NABÍDKA NEREZOVÝCH VÝPALKŮ	30

7.1	OBCHODNÍCI S NEREZOVÝM HUTNÍM MATERIÁLEM (VARIANTY) – A_j	30
7.2	KRITÉRIA HODNOCENÍ NABÍDEK NEREZOVÝCH VÝPALKŮ – K_j	31
7.3	ZÁKLADNÍ KRITÉRIÁLNÍ MATICE (Y) PRO VYHODNOCENÍ NEJLEPŠÍ NABÍDKY.....	33
8	ANALÝZA SOUČASNÉHO ROZHODOVACÍHO PROCESU V AKCIOVÉ SPOLEČNOSTI PAPCEL LITOVEL	34
8.1	METODIKA HODNOCENÍ A VÝBĚRU NEJLEPŠÍ NABÍDKY	34
8.1.1	Hodnocení nabídek dodavatelů	34
8.1.2	Koeficienty důležitosti hodnocených kritérií	35
8.2	VYHODNOCENÍ NEJLEPŠÍ NABÍDKY NA NEREZOVÉ VÝPALKY	36
9	OPTIMALIZACE ROZHODOVACÍHO PROCESU VE SPOLEČNOSTI PAPCEL	38
9.1	STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ.....	38
9.1.1	Stanovení vah kritérií s preferencí – ordinální informace.....	38
9.1.2	Stanovení vah kritérií s preferencí – kardinální informace	40
9.2	VÁHY – v_j	41
9.3	VYHODNOCENÍ NEJLEPŠÍ NABÍDKY NEREZOVÝCH VÝPALKŮ	42
9.3.1	Metoda pořadí	42
9.3.2	Metoda váženého součtu (WSA).....	44
9.3.3	Metoda AHP	45
9.3.4	Metoda bodovací	48
9.3.5	Metoda TOPSIS	49
9.4	KONEČNÉ POŘADÍ VARIANT A NEJLEPŠÍ NABÍDKA NEREZOVÝCH VÝPALKŮ.....	52
	ZÁVĚR	53
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	55
	SEZNAM OBRÁZKŮ	56
	SEZNAM TABULEK.....	57

ÚVOD

Hlavním záměrem mé bakalářské práce je využití vícekriteriálního hodnocení v soukromé společnosti a aplikování vícekriteriálního hodnocení na její rozhodovací proces hodnocení nabídek při zadávání zakázek.

Vícekriteriální hodnocení je běžně použitelné v lidském životě. Jestliže se člověk pro něco rozhoduje, má vždy na výběr z několika variant, které hodnotí podle určitých kritérií. A právě hodnocení variant podle určitých kritérií je základní kámen vícekriteriálního hodnocení. Na tomto základním kameni stojí různé metody, které mohou velice dobře pomoci při výběru nejlepší varianty.

Vícekriteriální hodnocení se využívá v mnoha oblastech. Může být aplikováno například při výběru zaměstnání, střední nebo vysoké školy, při výběru řízení na veřejnou zakázku nebo při výběrovém řízení na nového pracovníka. V této práci je vícekriteriální hodnocení aplikováno na výběr nejlepší nabídky nerezových výpalků (zakázka).

Teoretická část práce popisuje teorii vícekriteriálního hodnocení, která zahrnuje komponenty vícekriteriálního hodnocení a jejich podrobnější popis, popis metod pro stanovení vah jednotlivých kritérií a popis metod výběru kompromisní varianty, z nichž jsou vybrány optimální metody stanovení kompromisní varianty, které jsou využity v praktické části.

Praktická část práce je zaměřena na výběr nejlepší nabídky nerezových výpalků pro akciovou společnost Papcel s využitím vícekriteriálního hodnocení, kterému staví do opozice současný rozhodovací proces společnosti, a aplikování tohoto procesu na výběr nejlepší nabídky nerezových výpalků.

Cílem celé bakalářské práce je aplikovat vícekriteriální hodnocení na rozhodovací proces akciové společnosti Papcel a dokázat, že využití vícekriteriálního hodnocení je, i když ne vždy příliš jednoduchý, efektivní způsob rozhodování v soukromé společnosti. Dílčím cílem je zhodnocení současného rozhodovacího procesu akciové společnosti Papcel, jeho porovnání s rozhodováním pomocí vícekriteriálního hodnocení a poskytnutí doporučení pro zlepšení rozhodovacího procesu ve zmíněné společnosti.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÍCEKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ

1.1 Charakteristika vícekritériálního hodnocení

Vícekritériální hodnocení je proces, při kterém je hodnoceno několik různých variant podle několika kritérií. Cílem hodnocení je nalézt jednu nejlépe hodnocenou variantu nebo více variant, popřípadě seřadit varianty od nejlepší po nejhorší, nebo vyloučit neefektivní varianty. Obecně se tedy dá říci, že při využití vícekritériálního hodnocení je vybíráno z konečné množiny m přípustných variant, které jsou hodnoceny podle n kritérií. [10]

Mezi komponenty vícekritériálního hodnocení patří *varianty*, *kritéria*, *kritériální matice* a *váhy kritérií*.

1.2 Základní pojmy

1.2.1 Varianta

Varianty jsou možnosti, mezi kterými se rozhoduje. Variantami mohou být například dodavatelé nebo vzdělávací společnosti.

Označení variant – A_i (pro $i = 1, 2, 3, \dots, m$).

Varianty se speciálními vlastnostmi

- Dominovaná varianta – jedná se o variantu, ke které existuje varianta ve všech kritériích lepší nebo alespoň stejně dobrá, tedy varianta dominující variantě dominované. Dominovaná varianta se může z hodnocení ihned vynechat, pokud není dominující jiné variantě.
- Nedominovaná (paretovská) varianta – jedná se o variantu, ke které neexistuje varianta ve všech kritériích lepší nebo stejná. Nedominovaná varianta bývá v jednom kritériu lepší než jiná varianta, ale v jiném je tomu naopak. Množinu m přípustných variant, mezi kterými se rozhoduje, tvoří právě nedominované varianty.

- Ideální varianta – jedná se o variantu, která dosahuje nejlepších hodnot ve všech kritériích. Tato varianta dominuje ostatní možné varianty. Pokud existuje ideální varianta, není už třeba dále využít vícekritériálního hodnocení.
- Bazální varianta – jedná se o variantu, která dosahuje nejhorších hodnot ve všech kritériích. Této variantě jsou dominující všechny ostatní varianty a z hodnocení se ihned vynechává.
- Kompromisní varianta – jedná se o nedominovanou variantu, která je výsledkem vícekritériálního hodnocení. Je to kompromis množiny m přípustných variant. [9]

1.2.2 Kritérium

Kritéria jsou hlediska, podle kterých jsou varianty hodnoceny. Kritériem hodnocení může být například cena, jakost, dodací lhůta.

Označení kritérií – K_j (pro $j = 1, 2, 3, \dots, n$).

Typy kritérií dle povahy

- Maximalizační kritérium – u tohoto kritéria platí pravidlo „čím vyšší hodnota, tím lepší hodnocení“. Maximalizačním kritériem je například záruční doba.
- Minimalizační kritérium – u tohoto kritéria platí pravidlo „čím nižší hodnota, tím lepší hodnocení“. Minimalizačním kritériem je například cena. [10]

Typy kritérií dle kvantifikovatelnosti

- Kvantitativní kritérium – jde o objektivně měřitelný údaj, kterým je například dodací lhůta.
- Kvalitativní kritérium – jde o subjektivní údaj, který nelze změřit, například záruční servis. Má slovní podobu a je proto nutné toto kritérium vyjádřit pomocí pořadí nebo bodovací stupnice. [10]

Preference kritérií

Preference jsou velmi důležitým momentem při vícekritériálním hodnocení. Preferování některého kritéria před jiným ovlivňuje výběr konečné varianty.

- Vyjádření preferencí pomocí aspirační úrovně – NOMINÁLNÍ INFORMACE

Vyjádření preferencí pomocí aspirační úrovně spočívá v tom, že je zvolena určitá hodnota kritéria, které musí být minimálně nebo maximálně dosaženo.

Například pokud si hodnotitel nastaví u kritéria cena aspirační úroveň 10 000 Kč, budou všechny ostatní varianty, jejichž cena je vyšší než 10 000 Kč, vynechány.

- Vyjádření preferencí pomocí pořadí kritérií – ORDINÁLNÍ INFORMACE

Vyjádření preferencí pomocí pořadí kritérií spočívá v seřazení kritérií od nejdůležitějšího po nejméně důležité.

- Vyjádření preferencí pomocí vah kritérií – KARDINÁLNÍ INFORMACE

Vyjádření preferencí pomocí vah kritérií znamená přiřadit jednotlivým kritériím relativní důležitost.

- Vyjádření preferencí pomocí kompenzace kritériálních hodnot

Vyjádření preferencí pomocí kompenzace kritériálních hodnot spočívá v míře substituce kritériálních hodnot. To znamená, jak je možné vyrovnat špatné kritériální hodnoty jinými lepšími kritériálními hodnotami. [10]

1.2.3 Kritériální matice

Pokud jsou všechny údaje kvantifikované (měřitelné), lze je uspořádat do kritériální matice $Y=(y_{ij})$.

Tab. 1. Kritériální matice [vlastní zpracování]

$Y=(y_{ij})$	K_1	K_2	...	K_n
A_1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1n}
A_2	y_{21}	y_{22}	...	y_{2n}
...
A_m	y_{m1}	y_{m2}	...	y_{mn}

A_i ...varianty, K_j ...kritéria, y_{ij} ...kritériální hodnoty.

V kritériální matici řádky vždy odpovídají variantám a sloupce kritériím. [9]

1.2.4 Váhy kritérií

Váhy vyjadřují relativní důležitost každého kritéria. Určují kolikrát je jedno kritérium důležitější než druhé.

Označení vah – v_j (pro $j = 1, 2, 3, \dots, n$).

Váhy se pohybují v intervalu (0; 1) a součet vah všech kritérií musí být roven jedné. [1]

2 METODY STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ

Jak už bylo uvedeno, váhy představují vyjádření preferencí hodnotitele. Čím je váha větší, tím větší důraz je kladen na dané kritérium. Metody stanovení vah kritérií se všeobecně dělí podle typu informace, se kterou pracují. [10]

2.1 Stanovení vah kritérií bez preferencí

Tyto metody se využívají, jestliže hodnotitel nemá k dispozici žádné informace o kritériích a nemůže určit, které kritérium je více důležité a které méně. [10]

2.1.1 Kritéria se stejnou váhou

Všem kritériím je přiřazena stejná váha

$$v_j = \frac{1}{n}, \quad (1)$$

kde n je počet kritérií a v je váha j -tého kritéria.

V takovém případě je zcela zbytečné s váhami počítat, protože výběr konečné varianty neovlivní. [10]

2.1.2 Entropická metoda

Tato metoda se používá, když hodnotitel není schopen určit preference, ale nechce přiřadit všem kritériím stejnou váhu. Entropie je mírou očekávaného informačního obsahu zprávy. Tato míra je vyjádřena s pravděpodobnostmi p_j (pro $j=1, 2, 3, \dots, n$) jako

(http://etext.czu.cz/php/skripta/skriptum.php?titul_key=79)

$$S(p_1, p_2, \dots, p_n) = -k \sum_{j=1}^n p_j \ln p_j, \quad (2)$$

kde k je kladná konstanta, která zajišťuje, aby entropie měla kladnou hodnotu.

Postup výpočtu

1. Nejprve se ohodnotí každá i -tá variantu podle j -tého kritéria a následně se vypočítají pravděpodobnosti p_{ij} všech kritériálních hodnot y_{ij} podle vztahu

$$p_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^m y_{ij}}, \quad (3)$$

Jednoduše řečeno, jde o normalizaci sloupců kritériální matice.

2. Ve druhém kroku se vypočítá entropie E_j každého kritéria podle vztahu

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}, \quad (4)$$

kde se k vypočítá podle vztahu

$$k = \frac{1}{\ln m}, \quad (5)$$

kde m je počet variant.

3. Ve třetím kroku se vypočítá stupeň diversifikace d_j každého kritéria podle vztahu

$$d_j = 1 - E_j. \quad (6)$$

4. Posledním krokem je normalizace vektoru \mathbf{d} , ze které získáme váhy, podle vztahu

$$v_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}, \quad (7)$$

kde v je váha j -tého kritéria. [9]

2.2 Stanovení vah kritérií s preferencí – ordinální informace

Tyto metody se využívají, jestliže je hodnotitel schopen určit, které kritérium upřednostňuje. Dále pokud je schopen stanovit pořadí kritérií, nebo mezi dvěma kritérii určit důležitější. [10]

2.2.1 Metoda pořadí

Metoda pořadí spočívá v seřazení kritérií od nejdůležitějšího po nejméně důležité. Nejdůležitějšímu kritériu je přiřazena hodnota n (celkový počet kritérií) a dalším kritériím $n-1, n-2, \dots, 1$.

Váhy se potom vypočítají podle vztahu

$$v_j = \frac{n_j}{\sum_{j=1}^n n_j}, \tag{8}$$

kde v je váha j -tého kritéria a n je hodnota j -tého kritéria. [10]

2.2.2 Fullerova metoda

Fullerova metoda spočívá v párovém porovnání kritérií. Kritéria se uspořádají do Fullerova trojúhelníku tak, aby se žádná dvojice nevyskytla dvakrát. Následně se v každé dvojici zvýrazní důležitější kritérium, sečte se kolikrát je každé kritérium preferováno, počet preferencí každého kritéria se podělí celkovým počtem všech preferencí a vyjde váha j -tého kritéria. Jednoduše by se dal výpočet vah vyjádřit jako

$$v_j = \frac{\text{počet preferencí kritéria } K_j}{\text{celkový počet všech preferencí}}, \tag{9}$$

kde v je váha j -tého kritéria. [10]

Schéma Fullerova trojúhelníku

K_1	K_1	K_1	...	K_1
K_2	K_3	K_4	...	K_n
	K_2	K_2	...	K_n
	K_3	K_4	...	K_n
		K_3	...	K_n
		K_4	...	K_n
			...	
			K_{n-2}	K_{n-2}
			K_{n-1}	K_n
				K_{n-1}
				K_n

Obr. 1. Schéma Fullerova trojúhelníku [9]

2.3 Stanovení vah kritérií s preferencí – kardinální informace

Tyto metody se využívají, jestliže je hodnotitel schopen určit pořadí a navíc rozestupy v pořadí preferencí mezi jednotlivými kritérii. [10]

2.3.1 Bodovací metoda

Bodovací metoda je další jednoduchý způsob, jak zjistit váhy kritérií. K jednotlivým kritériím se přiřadí určitý počet bodů b_j (čím lepší kritérium, tím více bodů) a stejně jako u metody pořadí získáme váhy tak, že počet bodů kritéria podělíme celkovým počtem bodů všech kritérií, tedy podle vztahu

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^n b_j}, \quad (10)$$

kde v je váha j -tého kritéria a b je počet bodů j -tého kritéria. [10]

2.3.2 Saatyho metoda (kvantitativní párové srovnání)

Saatyho metoda, stejně jako Fullerova metoda, srovnává jednotlivé dvojice kritérií, ale navíc se určuje velikost preferencí, které se uspořádají do Saatyho matice $S=(s_{ij})$. [10]

Saatyho matice

$$S = \begin{pmatrix} 1 & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ \frac{1}{s_{12}} & 1 & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{s_{1n}} & \frac{1}{s_{2n}} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (11)$$

Řádky i sloupce v Saatyho matici odpovídají kritériím.

K vyjádření velikosti preferencí se používá následující bodová stupnice:

- 1kritéria jsou stejně významná,
- 3první kritérium je slabě významnější než druhé,
- 5první kritérium je silně významnější než druhé,
- 7první kritérium je velmi silně významnější než druhé,
- 9první kritérium je absolutně významnější než druhé.

Jestliže je i -té a j -té kritérium rovnocenné, potom je $s_{ij} = 1$. Preferuje-li se slabě i -té kritérium před j -tým, je $s_{ij} = 3$. Preferuje-li se silně i -té kritérium před j -tým, je $s_{ij} = 5$ atd. ...

Ovšem jestliže je preferováno j -té kritérium před i -tým, budou v Saatyho matici převrácené hodnoty ($s_{ij}=1/3$ při slabé preferenci, $s_{ij}=1/5$ při silné preferenci atd.).

Na diagonále Saatyho matice jsou vždy hodnoty jedna, protože každé kritérium je samo sobě rovnocenné.

Saaty navrhl několik způsobů, pomocí nichž lze odhadnout váhy v_j . Nejčastěji používaný postup výpočtu vah jako normalizovaného geometrického průměru řádků Saatyho matice se označuje termínem “metoda logaritmických nejmenších čtverců”. Nejdříve se vypočítají geometrické průměry řádků Saatyho matice podle vztahu

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}}, \quad (12)$$

kde b je geometrický průměr preferencí i -té kritéria (označení i -té kritérium proto, že jde o geometrický průměr řádků) a s_{ij} je velikost preference.

Váhy se vypočtou normalizací hodnot b_i jako

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}, \quad (13)$$

kde v je váha i -tého kritéria. [9]

3 METODY VÝBĚRU KOMPROMISNÍ VARIANTY

Pomocí těchto metod se stanovuje pořadí jednotlivých variant. Varianta, která se umístí na nejlepším místě, je kompromisní varianta. Důležité je zdůraznit, že ne vždy vyjde stejná kompromisní varianta u všech metod. Metody stanovení pořadí variant se všeobecně dělí podle typu informace, se kterou pracují. [1]

3.1 Metody vyžadující aspirační úroveň (nominální informace)

Tato skupina metod pracuje s aspirační úrovní kritérií. Varianty se obvykle rozdělí do dvou skupin, a to na akceptovatelné a neakceptovatelné. Varianta, která má horší kritériální hodnoty než je nastavená aspirační úroveň, je neakceptovatelná a naopak. Jestliže nároky na aspirační úrovně budou velké, může být z akceptovatelných variant vybrána už konečná kompromisní varianta.

- **Konjunktivní metoda**

Do množiny akceptovatelných variant spadají pouze varianty, jejichž kritéria splňují všechny aspirační úrovně.

- **Disjunktivní metoda**

Do množiny akceptovatelných variant spadají varianty, jejichž kritéria splňují alespoň jednu aspirační úroveň.

- **Metoda PRIAM**

Vychází z postupného prohledávání množiny variant v s krocích tak, aby bylo nalezeno pouze jedno nedominované řešení. Hledají se varianty, pro jejichž kritériální hodnoty platí $y_j \geq z^{(s)}$, kde $z^{(s)}$ je vektor aspiračních úrovní. Aspirační úrovně se postupně zpřísňují, dokud není nalezeno jediné nedominované řešení.

Konjunktivní a disjunktivní metoda se obvykle používají pro zmenšení počtu variant před výpočtem některou z metod vyžadující kardinální informace. Metoda PRIAM se používá pro nalezení jediného nedominovaného řešení. [1]

3.2 Metody vyžadující ordinální informace

Tyto metody pracují s pořadím kritérií a pořadím variant podle jednotlivých kritérií.

- **Metoda pořadí**

Spočívá v převedení kriteriální matice na matici pořadí. Využívá se k nalezení nejlepší kompromisní varianty, ale i k určení celkového pořadí variant.

- **Lexikografická metoda**

Vychází z principu, že největší vliv na výběr kompromisní varianty má nejvíce preferované kritérium. Jestliže ale existuje více variant, které jsou podle nejvíce preferovaného kritéria hodnoceny stejně, musí se vzít v úvahu druhé nejvíce preferované kritérium. Jestliže ani pomocí tohoto kritéria není vybrána jedna varianta, přichází na řadu další nejvíce preferované kritérium, atd. Algoritmus se zastaví, když je vybrána jediná kompromisní varianta nebo když jsou vyčerpána všechna uvažovaná kritéria. Kompromisní varianty jsou potom všechny ty, které zůstaly stejně hodnoceny po zařazení posledního kritéria.

- **Metoda ORESTE**

Skládá se ze dvou částí. První část spočívá v určení vzdálenosti každé varianty podle každého kritéria od fiktivního počátku a následném uspořádání variant podle určitých pravidel. Druhá část je preferenční analýza, která spočívá v provedení testu preference P pro každou dvojici variant, indiference I nebo nesrovnatelnosti N na základě preferenční intenzity pro každou dvojici variant a volby tří prahových hodnot α, β, γ pro každou dvojici variant. [1]

3.3 Metody vyžadující kardinální informace

Tyto metody vyžadují kardinální informace o kritériích v podobě vah a o variantách v podobě kriteriální matice s kardinálními hodnotami. Existují tři základní přístupy k vyhodnocování variant, a to podle maximalizace užítku, minimalizace vzdálenosti od ideální varianty a mezní míry substituce. [1]

Maximalizace užitku

U tohoto přístupu je třeba nahradit kardinální hodnocení variant podle všech kritérií hodnotami dílčí funkce užitku $u_{ij} = u_j(y_{ij})$, $j = 1, 2, \dots, n$, kde $u_j(y_{ij})$ je funkční závislost mezi hodnotami v původní kriteriální matici a hodnotami dílčí funkce užitku a $u_{ij} \in \langle 0; 1 \rangle$ jsou hodnoty dílčí funkce užitku.

- **Metoda váženého součtu**

Tato metoda je založena na lineární závislosti užitku na hodnotách kritéria, se nejhorší hodnotě j -tého kritéria (d_j) přiřadí užitek 0 a nejlepší hodnotě (h_j) užitek 1.

- **Metoda bazické varianty**

Spočívá ve vytvoření užitkové funkce s využitím bazické varianty, kdy se porovnávají hodnoty důsledků jednotlivých variant s hodnotami v bazické variantě. Bazická varianta je taková varianta, která dosahuje nejlepších či předem stanovených hodnot z hlediska všech kritérií.

- **Metoda AHP**

Spočívá v rozkladu složité nestrukturované situace na jednodušší komponenty, tedy na hierarchický systém rozhodovacího problému. Hodnotitel porovnává všechny varianty z hlediska jednotlivých kritérií pomocí Saatyho matice kvantitativního párového porovnání.

- **Metoda bodovací**

Spočívá v přiřazení určitého počtu bodů každému prvku rozhodovací matice dle zvolené stupnice, kdy je lepší hodnotě kritéria přiřazen větší počet bodů. [1]

Minimalizace vzdálenosti od ideální varianty, popřípadě maximalizace vzdálenosti od bazální varianty

- **Metoda TOPSIS**

Spočívá ve výběru varianty, která se nejvíce blíží k ideální variantě a je nejdále od bazální varianty. [10]

Preferenční relace

- **Metoda ELECTRE**

Spočívá v rozdělení variant na efektivní a neefektivní varianty.

- **Metoda PROMETHEE**

Spočívá v párovém porovnání variant postupně z hlediska všech kritérií. Výsledkem je potom vyjádření intenzity preference mezi dvojicemi variant při hodnocení z hlediska všech kritérií. [1]

Metody založené na mezní míře substituce

- **Metoda postupné substituce**

Spočívá v opakování posloupnosti čtyř kroků. Po každém cyklu se vždy sníží počet kritérií o jedno. Postup se opakuje tak dlouho, dokud nezůstane jediné kritérium, které je podkladem pro konečné uspořádání variant. [1]

4 METODY VÝBĚRU KOMPROMISNÍ VARIANTY VYBRANÉ PRO PRAKTICKOU ČÁST

Vzhledem k tomu, že rozhodovací problém v praktické části práce bude zaměřen na výběr jedné kompromisní varianty, je potřeba zvolit vhodné metody stanovení pořadí variant.

Metody vyžadující aspirační úroveň nejsou doporučovány při výběru jedné kompromisní varianty, tudíž se mezi následujícími metodami neobjeví ani jedna z těchto tří metod (konjunktivní metoda, disjunktivní metoda a metoda PRIAM). Ostatní metody byly vybrány tak, aby byly jednoduché a hlavně časově nenáročné, ovšem ne na úkor efektivnosti.

4.1 Metoda pořadí

Metoda pořadí je jedna z nejpoužívanějších metod. Metoda spočívá v převedení kriteriální matice na matici pořadí. To znamená, že se stanoví pořadí variant podle každého kritéria od nejlepšího, které bude mít hodnotu pořadí 1, po nejméně vyhovující s nejhorší hodnotou pořadí. Jestliže nejsou známé preference kritérií, sečte se u každé varianty pořadí všech kritérií a vyjde konečné pořadí variant. Nejlepší (kompromisní) varianta má součet nejnižší. Jestliže jsou známé preference kritérií (váhy), vynásobí se jednotlivé pořadí variant váhou příslušného kritéria, opět se provede součet pořadí kritérií každé varianty a nejlepší varianta má nejnižší součet. [10]

4.2 Metoda váženého součtu (WSA)

Tato metoda je vhodná především pro kvantitativní kritéria a je nutné rozlišit maximalizační a minimalizační kritéria. Jde o lineární závislost užitku na hodnotách kritéria, kdy se nejhorší hodnotě j -tého kritéria (d_j) přiřadí užitek 0 a nejlepší hodnotě (h_j) užitek 1. Je nutné určit tedy ideální variantu H s ohodnocením (h_1, h_2, \dots, h_n) a bazální variantu D s ohodnocením (d_1, d_2, \dots, d_n). Pro dílčí užitek $u_{ij}(y_{ij})$ platí vztah

$$u_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j}, \quad (14)$$

kde y_{ij} je kriteriální hodnota, d je bazální kriteriální hodnota j -tého kritéria a h je ideální kriteriální hodnota j -tého kritéria.

Nakonec se pro jednotlivé varianty se vypočítá agregovaná funkce užítku $u(A_i)$ podle vztahu

$$u(A_i) = \sum_{j=1}^n v_j u_{ij}, \quad (15)$$

kde v je váha j -tého kritéria a u_{ij} je dílčí užitek.

Varianty se následně seřadí podle hodnot $u(A_i)$ a nejlepší (kompromisní) varianta má tuto hodnotu největší. [10]

4.3 Metoda AHP

Metoda AHP je další velmi často používaná metoda, která spočívá v rozkladu složité nestrukturované situace na jednodušší komponenty, tedy na hierarchický systém rozhodovacího problému. Hodnotitel porovnává všechny varianty z hlediska jednotlivých kritérií pomocí Saatyho matice kvantitativního párového porovnání. Stejně jako u Saatyho metody se u jednotlivých párových porovnání vypočte geometrický průměr řádků b_i (vzorec pro výpočet je uveden v Saatyho metodě) a provede se normalizace hodnot geometrického průměru v_i (vzorec pro výpočet je uveden v Saatyho metodě), která se vynásobí váhou kritéri, podle něhož jsou varianty srovnávány. Každá normalizovaná hodnota se navíc vynásobí relativní důležitostí kritéria. V konečné fázi se sečtou dílčí hodnocení (v_i) variant podle jednotlivých kritérií. Varianta s nejvyšším součtem je variantou kompromisní.

Tuto metodu je možné použít pro jakýkoliv typ informace. Jedinou podmínkou je, aby hodnotitel dokázal z této informace určit směr a intenzitu preference mezi všemi páry porovnávaných variant. [9]

4.4 Metoda bodovací

Metoda bodovací je, stejně jako metoda pořadí, velmi rychlý způsob, jak vybrat kompromisní variantu. Metoda spočívá v přiřazení určitého počtu bodů každému prvku rozhodovací matice dle zvolené stupnice, kdy je lepší hodnotě kritéria přiřazen větší počet bodů. Maximálně (minimálně) možný počet bodů přiřazený nejlepší (nejhorší) hodnotě kritéria musí být pro všechna kritéria stejný. Další postup je stejný jako u metody pořadí. Jestliže nejsou známy preference, provedou se součty dosažených bodů všech kritérií každé

varianty a varianta s nejvyšším počtem bodů je variantou kompromisní. Jestliže jsou známy preference, vynásobí se počet bodů každého prvku matice příslušnou váhou a opět se provede součet řádků a varianta s nejvyšším počtem bodů je variantou kompromisní. [1]

4.5 Metoda TOPSIS

Metoda Topsis (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) spočívá ve výběru varianty, která se nejvíce blíží k ideální variantě a je nejdále od bazální varianty. Předpokladem pro tuto metodu je maximalizační charakter všech kritérií. Jestliže nejsou všechna kritéria maximalizační, musí se na maximalizační převést.

Postup výpočtu

1. Všechna minimalizační kritéria se převedou na maximalizační podle vztahu

$$y_{ij} \text{ max} = d_j \text{ min} - y_{ij} \text{ min} , \quad (16)$$

kde $y_{ij} \text{ max}$ je maximalizační kritériální hodnota, $d_j \text{ min}$ je nejhorší kritériální hodnota minimalizačního kritéria a $y_{ij} \text{ min}$ je minimalizační kritériální hodnota, která se převádí na maximalizační.

2. Vytvoří se normalizovaná kritériální matice $\mathbf{R}=r_{ij}$ podle vztahu

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m y_{ij}^2}} , \quad (17)$$

kde r_{ij} je normalizovaná kritériální hodnota a y_{ij} je kritériální hodnota.

3. Kritériální matice \mathbf{R} se převede na váženou normalizovanou kritériální matici \mathbf{Z} tak, že se každý sloupec matice \mathbf{R} vynásobí váhou odpovídajícího kritéria podle vztahu

$$z_{ij} = v_j r_{ij} , \quad (18)$$

kde z_{ij} je kritériální hodnota matice \mathbf{Z} , v_j je váha j -tého kritéria a r_{ij} je normalizovaná kritériální hodnota.

4. Pomocí prvků matice \mathbf{Z} se vytvoří ideální varianta H s ohodnocením (h_1, h_2, \dots, h_n) a bazální varianta D s ohodnocením (d_1, d_2, \dots, d_n) .

5. Dalším krokem je vypočítání vzdálenosti od ideální varianty podle vztahu

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_{ij} - h_j)^2} . \quad (19)$$

Vzdálenost od bazální varianty se počítá podle vztahu

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_{ij} - d_j)^2} . \quad (20)$$

6. Nakonec se vypočte relativní ukazatel vzdálenosti variant od bazální varianty

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} . \quad (21)$$

Varianta s největší hodnotou c_i je variantou kompromisní. [10]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PROFIL AKCIOVÉ SPOLEČNOSTI PAPCEL LITOVEL

Název:	Papcel, a. s.
Sídlo:	Uničovská 132, 784 10 Litovel
Právní forma:	akciová společnost
Den zápisu do OR:	15. 5. 1996
Hlavní tržní segment:	papírenský průmysl

Akciová společnost PAPCEL LITOVEL je typická strojírenská firma střední velikosti, která se zabývá výrobou strojů pro papírenský průmysl. K dispozici má potřebná předvýrobní oddělení, technický a technologický vývoj, inženýring, konstrukci, zkušebnu, servisní služby a zejména výrobní prostory a montážní haly s veškerým technickým vybavením pro požadovanou strojírenskou výrobu.

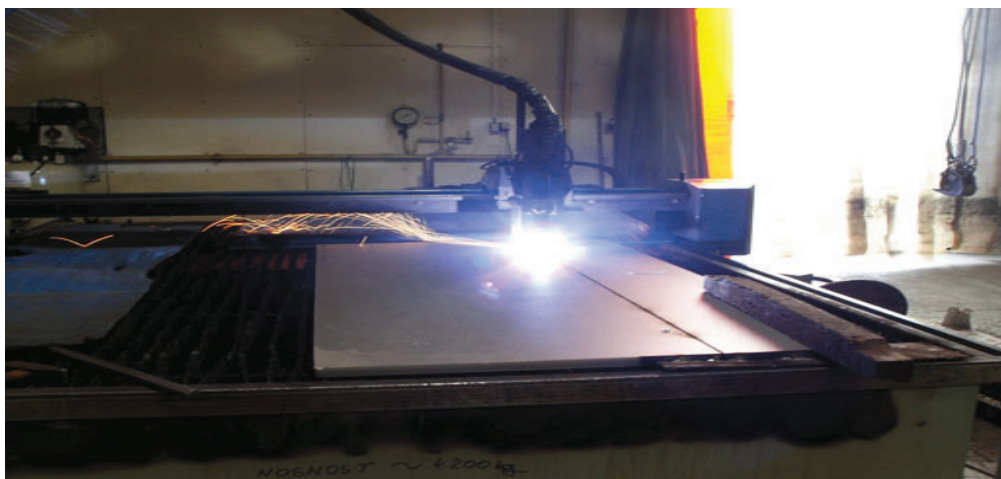
Společnost vyrábí a dodává stroje a zařízení pro kompletní linky papírenských strojů a přípraven látky. Zajišťuje kusové dodávky, dodávky kompletních technologií, opravy, repase, rekonstrukce výrobních uzlů a celých technologií. Pro dodaná zařízení zabezpečuje náhradní díly a kompletní servisní služby.

Obchodní aktivity jsou zaměřeny v oblasti východní Evropy především na trh Ruska, Litvy, Ukrajiny, Kazachstánu, Lotyšska a Běloruska. V rámci střední Evropy jsou hlavními odběratelskými trhy Česko, Slovensko a Polsko, v západní Evropě trhy Německa a Francie. Společnost rozšiřuje své aktivity do oblasti Asie, Afriky a Latinské Ameriky. Mezi nově získané trhy patří Řecko, Makedonie, Egypt, Tanzanie, Indie, Indonésie, Irán, Chile nebo Ekvádor.

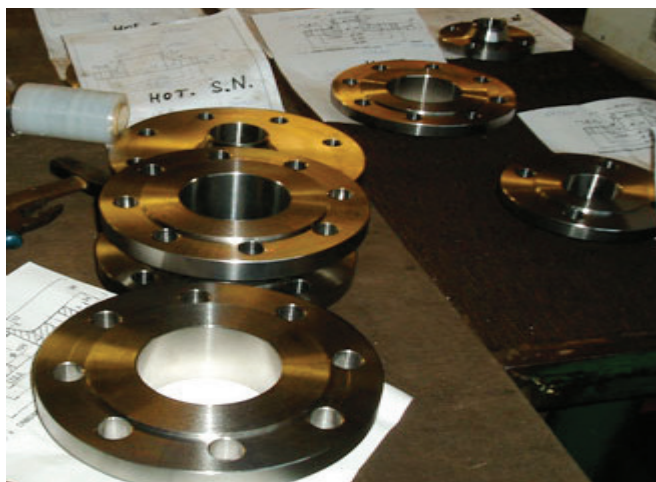
6 ZAKÁZKA

Portfolium nakupovaných komodit společnosti je velice široké. Zahrnuje komodity od základních surovin (rozměrový formát válcovaných plechů) až po hotové stroje (funkční celky). Pro tuto práci byla akciovou společností Papcel vybrána zakázka na nerezové výpalky, která se zadává poměrně často, a výsledky vyhodnocení nejlepší nabídky nerezových výpalků využitím vícekriteriálního hodnocení by mohly být úspěšně využívány.

Nerezové výpalky jsou tvary vyřezané (např. plazmou nebo vodním paprskem) z rovných nerezových plechů, které jsou dále použity pro následné výrobní operace papírenských strojů. Mezi tyto operace patří například svařování, broušení, obrábění atd.



Obr. 2. Proces výroby nerezových výpalků



Obr. 3. Příklad nerezových výpalků

7 NABÍDKA NEREZOVÝCH VÝPALKŮ

Společnost nakupuje nerezové výpalky od obchodníků s nerezovým hutním materiálem. Ovšem v současné době má možnost si nerezové výpalky vyrábět na vlastních strojích a také této možnosti využívá kvůli rychlosti a flexibilitě. Vlastní rozhodnutí společnosti zda nakoupit tyto díly od externího dodavatele, nebo si je vyrábět, závisí na třech základních aspektech.

Prvním aspektem je srovnání vlastních nákladů s cenou za dodávku, tedy provedení analýzy make or buy.

Druhým aspektem je okamžitá potřeba dílů, například při změně výkresů nebo v případě neočekávaných událostí (havárií). Jestliže nastane některá z těchto situací a bude nutné okamžitě zabezpečit plynulost výroby, společnost si vyrobí potřebné díly na vlastních strojích.

Posledním třetím aspektem je vytížení výrobních kapacit. Tento aspekt spočívá v tom, že pokud zaměstnanci zabývající se výrobou nerezových výpalků nebudou pracovní vytížení, bude si nerezové výpalky společnost vyrábět sama, i když by vlastní náklady přesahovaly cenu externího dodavatele a naopak. Pokud budou zaměstnanci plně pracovní vytížení, budou se výpalky nakupovat od externího dodavatele, i když by cena externího dodavatele přesahovala náklady na vlastní výrobu.

Jestliže se společnost rozhodne nakupovat nerezové výpalky od externích dodavatelů, musí počítat s jedním nepřehlédnutelným problémem. Ne vždy nabídka obsahuje veškeré typy nerezových výpalků ze sortimentu, který stanoví zakázka. Společnost proto musí vyhodnotit nejlepší nabídku, a pokud nastane situace, že nabídka neobsahuje veškerý požadovaný sortiment, bude tento chybějící sortiment nakoupen od dodavatele, který poskytl druhou nejlepší nabídku atd. Optimalizace vícekritériálním hodnocením bude hledat nejen nejlepší nabídku, ale i nejlepší pořadí nabídek.

7.1 Obchodníci s nerezovým hutním materiálem (varianty) – A_i

Následující čtyři společnosti dodávající nerezové výpalky byly vybrány akciovou společností Papcel. Vzešly z 86 vhodných společností dodávajících daný sortiment, kdy jako jediné poskytly konkrétní nabídku.

- **A_1 – ELZA Předměřice, s. r. o.**
Obránců míru 391
503 02 Předměřice nad Labem
- **A_2 – INPOZ spol. s. r. o.**
Vančurovo nám. 309
500 02 Hradec Králové
- **A_3 – METALL FOX TRADE, s. r. o.**
Cyrila a Metoděje 266
441 01 Podbořany
- **A_4 – Wapa spol. s. r. o.**
Nádražní 206
592 31 Nové město na Moravě

7.2 Krtéria hodnocení nabídek nerezových výpalků – K_j

- **K_1 – Cena**

Cena je kritérium kvantitativní a maximalizační. Kvantitativní znamená, že cena je vyjádřena v měřitelných jednotkách (v peněžních jednotkách) a maximalizační znamená, že čím je cena nižší, tím dosahuje lepšího hodnocení.

Jelikož jednotliví dodavatelé nedodávají pouze jeden typ nerezových výpalků a samotná akciová společnost Papcel poptává několik specifikovaných typů, bude cena uvedena jako aritmetický průměr cen nabízeného sortimentu.

- **K_2 – Jakost**

Jakost je kritérium kvalitativní a maximalizační. Kvalitativní znamená, že jakost vyjadřuje kvalitu, kterou nelze vyjádřit v měřitelných jednotkách a musí se zvolit nějaká vhodná stupnice nebo označení, které změřit lze. Maximalizační znamená, že čím je jakost vyšší, tím dosahuje lepšího hodnocení.

Pro potřeby práce je zvolena stupnice jakosti: vysoká – střední – nízká jakost. Pokud společnost vlastní certifikát ISO 9001, její jakost bude brána jako vysoká.

Jestliže společnost nevlastní certifikát ISO 9001, ale materiál odebírá od certifikovaných dodavatelů, bude její jakost brána jako střední. Pokud společnost nevlastní certifikát ISO 9001 a ani neodebírá od certifikovaných dodavatelů, bude její jakost brána jako nízká.

- **K_3 – Dodací lhůta (doba znovupořízení)**

Dodací lhůta je kritérium kvantitativní a minimalizační. Dodací lhůta se vyjadřuje ve dnech (popřípadě v měsících) a čím je dodací lhůta kratší, tím dosahuje lepšího hodnocení.

- **K_4 – Splatnost**

Splatnost je kritérium kvantitativní a maximalizační. Splatnost se vyjadřuje ve dnech (popřípadě v měsících) a čím je splatnost větší, tím dosahuje lepšího hodnocení.

- **K_5 – Rychlost reakce (reakce na poptávku)**

Rychlost reakce je kritérium kvantitativní a minimalizační. Rychlost reakce na poptávku se vyjadřuje ve dnech (popřípadě v měsících) a čím je rychlost reakce kratší, tím je hodnocení lepší.

Kritérium může mít ale i kvalitativní povahu, a to v případě, že je pro rychlost reakce stanovena stupnice. Pro potřeby práce je stanovena stupnice rychlosti reakce: rychlá – střední – pomalá reakce.

- **K_6 – Vzdálenost**

Vzdálenost je kritérium kvantitativní a minimalizační. Vzdálenost se vyjadřuje v kilometrech a čím méně kilometrů, tím je hodnocení lepší.

- **K_7 – Certifikát ČSN EN ISO 9001:2001**

Certifikát je kritérium kvalitativní a maximalizační. Pokud společnost drží certifikát, který je požadován, bude ohodnocena nejlépe, a to hodnotou 1. Pokud nedrží certifikát, bude ohodnocena hodnotou 0.

7.3 Základní kritériální matice (Y) pro vyhodnocení nejlepší nabídky

V základní kritériální matici jsou všechny varianty nedominované varianty.

Tab. 2. Základní kritériální matice pro vyhodnocení nejlepší nabídky [vlastní zpracování]

A_i / K_j	<i>Cena</i> (tis.Kč)	<i>Jakost</i>	<i>Dodací</i> <i>lhůta</i>	<i>Splatnost</i>	<i>Rychlost</i> <i>reakce</i>	<i>Vzdálenost</i> (km)	<i>Certifikát</i> <i>ISO</i>
ELZA	51,5	Střední	14 dní	30 dní	střední	130	NE
INPOZ	74,2	Vysoká	14 dní	60 dní	rychlá	123	ANO
METALL	112	Střední	14 dní	60 dní	rychlá	305	NE
Wapa	60,7	Střední	14 dní	30 dní	střední	212	NE

8 ANALÝZA SOUČASNÉHO ROZHODOVACÍHO PROCESU V AKCIOVÉ SPOLEČNOSTI PAPCEL LITOVEL

8.1 Metodika hodnocení a výběru nejlepší nabídky

Při prvním výběru dodavatele provede pověřený pracovník nákupu výběrové řízení. Pro výběrové řízení použije formulář Výběrové řízení dodavatele. Vyhodnocené výběrové řízení předloží vedoucímu pracovníku pověřeného činností nákupu a ten výběrové řízení:

- předkládá k posouzení a vyjádření příslušnému odbornému řediteli, schvaluje jej generální ředitel nebo výkonný ředitel,
- předkládá ke schválení příslušnému odbornému řediteli,
- schvaluje sám.

8.1.1 Hodnocení nabídek dodavatelů

Výběr a hodnocení nabídek dodavatelů provádí pověřený pracovník dle bodovacího systému na základě stanovených kritérií:

• Cena dodávky	Nižší jak u ostatních dodavatelů	25 bodů
	Průměrná	10 bodů
	Vyšší jak u ostatních dodavatelů	0 bodů
• Jakost dodávky (tím se rozumí například počet reklamací)	Vysoká	25 bodů
	Dobrá	10 bodů
	Uspokojivá	0 bodů
	Nevyhovující	-150 bodů
• Dodací lhůta	Nižší než u ostatních dodavatelů	25 bodů
	Průměrná	10 bodů
	Vyšší než u ostatních dodavatelů	0 bodů

• Platební podmínky	Doba splatnosti > 30 dnů	25 bodů
	Doba splatnosti < 30 dnů	10 bodů
	Platba předem, záloha	0 bodů
• Rychlost reakce	Rychlá	25 bodů
	Průměrná	10 bodů
	Pomalá	0 bodů
• Vzdálenost dodavatele	Bližší než u ostatních dodavatelů	25 bodů
	Průměrná	10 bodů
	Vzdálenější jak u ostatních dodavatelů	0 bodů
• Certifikát	Je držitelem	25 bodů
	Zavádí	10 bodů
	Není držitelem	0 bodů

8.1.2 Koeficienty důležitosti hodnocených kritérií

Z důvodu rozlišení důležitosti stanovených kritérií pro vybrané skupiny (myšleno dopravci, vzdělávací firmy atd.) využívá společnost váhy, které se odlišují od vah vícekritériálního rozhodování především tím, že jejich součet není roven 1. Jsou to pouze koeficienty v celých číslech a rozlišení důležitosti kritérií je velmi malé. Koeficienty pro dodavatele (subdodavatele nerezových výpalků) jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 3. Koeficienty důležitosti pro dodavatele [vlastní zpracování]

	<i>Cena</i>	<i>Jakost</i>	<i>Dodací lhůta</i>	<i>Platební podmínky</i>	<i>Rychlost reakce</i>	<i>Vzdálenost</i>	<i>Certifikát</i>
<i>Koeficienty</i>	1	2	1	0	1	1	2

Poznámka: váha rovnající se 0 znamená, že se kritérium nehodnotí. Ovšem ve vyhodnocení nejlepší nabídky bude použito, protože optimalizace vícekritériálním hodnocením jej zahrnuje. Bude mu tedy přidělena váha 1.

Po bodovém ohodnocení vynásobeném váhami a sečtení všech získaných bodů si společnost samozřejmě vybere dodavatele, který získal největší počet bodů.

8.2 Vyhodnocení nejlepší nabídky na nerezové výpalky

V následující kritériální matici jsou obodovány jednotlivé kritériální hodnoty podle bodového systému akciové společnosti Papcel.

Tab. 4. Kritériální matice s bodovým ohodnocením [vlastní zpracování]

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
A_1	25	10	25	10	10	10	0
A_2	10	25	25	25	25	25	25
A_3	0	10	25	25	25	0	0
A_4	10	10	25	10	10	10	0
Koeficienty	1	2	1	1	1	1	2

Dalším krokem je vynásobení obodovaných kritériálních hodnot relativní důležitostí kritérií, tedy vytvoření vážené kritériální matice. Kritéria jakost a certifikát mají váhu 2, což znamená, že se všechny jejich kritériální hodnoty vynásobí dvěma. Ostatní kritéria mají váhu 1, která nijak počet bodů neovlivňuje.

Tab. 5. Vážená kritériální matice s bodovým ohodnocením [vlastní zpracování]

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
A_1	25	20	25	10	10	10	0
A_2	10	50	25	25	25	25	50
A_3	0	20	25	25	25	0	0
A_4	10	20	25	10	10	10	0

Nakonec se sečtou dosažené body každé varianty a stanoví se pořadí variant.

Tab. 6. Pořadí variant

[vlastní zpracování]

	BODY CELKEM	POŘADÍ
A_1	100	2
A_2	210	1
A_3	95	3
A_4	85	4

Nejlepší (kompromisní) nabídkou nerezových výpalků je podle metodiky akciové společnosti Papcel nabídka společnosti **INPOZ spol. s r. o.**

9 OPTIMALIZACE ROZHODOVACÍHO PROCESU VE SPOLEČNOSTI PAPCEL

9.1 Stanovení vah kritérií

Váhy budou stanoveny pro daná kritéria *cena, jakost, dodací lhůta, splatnost, rychlost reakce, vzdálenost, certifikát*.

Vzhledem k tomu, že jsou známy preference mezi kritérii, nebudou využity metody stanovení vah bez preferencí (kritéria se stejnou váhou, entropická metoda).

Preference kritérií si stanovila společnost Papcel Litovel takto:

$$K_1 \rightarrow K_2 \rightarrow K_3 \rightarrow K_4 \rightarrow K_5 \rightarrow K_7 \rightarrow K_6.$$

9.1.1 Stanovení vah kritérií s preferencí – ordinální informace

- **Metoda pořadí**

Kritéria se seřadí podle důležitosti. Nejdůležitější je kritérium K_1 (cena) a nejméně důležité je kritérium K_6 (vzdálenost). Dále se kritériím přiřadí hodnota n_j , kdy nejdůležitější kritérium K_1 má tuto hodnotu rovnu celkovému počtu kritérií. Pro ostatní kritéria je tato hodnota $n - 1, n - 2, \dots$ Nejméně důležité kritérium K_6 má tuto hodnotu 1. Následuje výpočet vah pomocí normalizace hodnot. Váha kritéria K_1 se vypočítá podle vztahu

$$v_1 = \frac{n_1}{\sum_{j=1}^7 n_j} = \frac{7}{28} = 0,25.$$

Váhy ostatních kritérií se vypočítají stejným způsobem.

Tab. 7. Váhy stanovené metodou pořadí [vlastní zpracování]

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_7	K_6
POŘADÍ	1	2	3	4	5	6	7
n_j	7	6	5	4	3	2	1
v_j	0,25	0,21	0,18	0,14	0,11	0,07	0,04

- **Fullerova metoda**

Kritéria se uspořádají do Fullerova trojúhelníku, kde se zvýrazní preferovaná kritéria.

Váha kritéria K_1 se vypočte pomocí vztahu

$v_1 = \text{počet preferencí kritéria } K_1 / \text{celkový počet všech preferencí},$

$$v_1 = \frac{6}{21} = 0,29.$$

Váhy ostatních kritérií se vypočítají stejným způsobem.

Tab. 8. Váhy stanovené Fullerovou metodou [vlastní zpracování]

						PREFERENCE	v_j
K_1	K_1	K_1	K_1	K_1	K_1	6	0,29
K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7		
	K_2	K_2	K_2	K_2	K_2	5	0,24
	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7		
		K_3	K_3	K_3	K_3	4	0,19
		K_4	K_5	K_6	K_7		
			K_4	K_4	K_4	3	0,14
			K_5	K_6	K_7		
				K_5	K_5	2	0,1
				K_6	K_7		
					K_6	0,5	0,02
					K_7	0,5	0,02

Aby kritérium K_6 nemělo počet preferencí nula a mohla mu být vypočítána váha, rozdělí se poslední jedna preference kritéria K_7 na dvě poloviny. Proto má kritérium K_6 a K_7 preference 0,5.

9.1.2 Stanovení vah kritérií s preferencí – kardinální informace

- **Bodovací metoda**

Kritéria se obodují podle stupnice od 1 do 15. Váha kritéria K_1 se vypočítá jako

$$v_1 = \frac{b_1}{\sum_{j=1}^7 b_j} = \frac{15}{75} = 0,2.$$

Váhy ostatních kritérií se vypočítají stejným způsobem.

Tab. 9. Váhy stanovené bodovací metodou [vlastní zpracování]

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
b_j	15	14	13	12	9	5	7
v_j	0,2	0,19	0,17	0,16	0,12	0,07	0,09

- **Saatyho metoda**

Kritéria se srovnají v Saatyho matici, kde se určí velikosti preferencí podle bodové stupnice předepsané Saatyho metodou. Poté se vypočítají geometrické průměry řádků a následuje výpočet vah. Pro příklad bude opět uveden výpočet váhy kritéria K_1 .

Geometrický průměr řádku pro K_1 se vypočítá pomocí vztahu

$$b_1 = \sqrt[7]{\prod_{j=1}^7 s_{1j}} = \sqrt[7]{1 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 5} = 3,35.$$

Váha K_1 se potom vypočítá normalizací hodnot b_i jako

$$v_1 = \frac{b_1}{\sum_{i=1}^7 b_i} = \frac{3,35}{10,11} = 0,33.$$

Váhy ostatních kritérií se vypočítají stejným způsobem.

Tab. 10. Váhy stanovené Saatyho metodou [vlastní zpracování]

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	b_i	v_i
K_1	1	3	3	3	5	7	5	3,35	0,33
K_2	0,33	1	3	3	5	7	5	2,44	0,24
K_3	0,33	0,33	1	3	5	5	7	1,78	0,18
K_4	0,33	0,33	0,33	1	5	7	7	1,36	0,14
K_5	0,2	0,2	0,2	0,2	1	3	3	0,55	0,05
K_6	0,14	0,14	0,2	0,14	0,33	1	0,14	0,22	0,02
K_7	0,2	0,2	0,14	0,14	0,33	7	1	0,41	0,04

9.2 Váhy – v_j

Použité metody (metoda pořadí, Fullerova metoda, bodovací metoda a Saatyho metoda) jsou jednoduché způsoby výpočtu relativní důležitosti kritérií. I když se číselné hodnoty vah u jednotlivých metod liší, jsou vypočítány na základě stejných preferencí (vyjadřují stejnou relativní důležitost). Je proto na hodnotiteli, kterou metodu pro stanovení vah zvolí.

Pro následující vyhodnocení nejlepší nabídky nerezových výpalků budou použity váhy získané metodou pořadí, Fullerovou metodou a bodovací metodou, přesněji aritmetickým průměrem těchto tří metod. Váhy získané Saatyho metodou použity nebudou, i když je tato metoda považována za nejs sofistikovnější přístup, protože váhová hodnota kritéria cena je oproti ostatním hodnotám razantně vyšší. To není žádoucí z toho důvodu, že ceny jsou staveny jako aritmetický průměr cen nabízeného sortimentu, kdy širší sortiment zvyšuje cenu. A širší sortiment je samozřejmě požadovaný.

Tab. 11. Váhy pro hodnocení variant pomocí vícekritériálního hodnocení
[vlastní zpracování]

METODA	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
Pořadí	0,25	0,21	0,18	0,14	0,11	0,04	0,07
Fullerova	0,29	0,24	0,19	0,14	0,1	0,02	0,02
Bodovací	0,2	0,19	0,17	0,16	0,12	0,07	0,09
v_j	0,25	0,21	0,18	0,15	0,11	0,04	0,06

9.3 Vyhodnocení nejlepší nabídky nerezových výpalků

Pro vyhodnocení nejlepší nabídky nerezových výpalků budou použity vybrané metody uvedené v teoretické části. Stejně jako u metod stanovení vah kritérií budou uvedeny vzorové výpočty, pokud jsou potřebné.

9.3.1 Metoda pořadí

Nejprve se stanoví pořadí kritériálních hodnot v rámci jednotlivých kritérií. Nejlepší kritériální hodnota má pořadí 1 a nejhorší 4. Jestliže jsou kritériální hodnoty stejné, je jim přiřazeno také stejné pořadí.

Tab. 12. Pořadí variant [vlastní zpracování]

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
A_1	1	2	1	2	2	2	2
A_2	3	1	1	1	1	1	1
A_3	4	2	1	1	1	4	2
A_4	2	2	1	2	2	3	2
v_j	0,25	0,21	0,18	0,15	0,11	0,04	0,06

Dále se jednotlivá kriteriální pořadí vynásobí váhou příslušného kritéria.

Tab. 13. Vážená kriteriální pořadí [vlastní zpracování]

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
A_1	0,25	0,42	0,18	0,3	0,22	0,08	0,12
A_2	0,75	0,21	0,18	0,15	0,11	0,04	0,06
A_3	1	0,42	0,18	0,15	0,11	0,16	0,12
A_4	0,5	0,42	0,18	0,3	0,22	0,12	0,12

Nakonec se sečtou vážené kriteriální hodnoty každé varianty a stanoví se pořadí variant.

Tab. 14. Pořadí variant

[vlastní zpracování]

	SOUČET POŘADÍ	POŘADÍ
A_1	1,57	2
A_2	1,50	1
A_3	2,14	4
A_4	1,86	3

Jako nejlepší nabídka v této metodě vyšla nabídka společnosti **INPOZ spol. s r. o.**

9.3.2 Metoda váženého součtu (WSA)

Pro využití této metody je nejprve nutné převést všechna kvalitativní kritéria na kritéria kvantitativní. Proto jsou pro hodnoty kritéria jakost, rychlost reakce a certifikát určena pořadí.

Tab. 15. Vstupní kritériální matice pro metodu WSA [vlastní zpracování]

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
A_1	51,5	2	14	30	2	130	2
A_2	74,2	1	14	60	1	123	1
A_3	112	2	14	60	1	305	2
A_4	60,7	2	14	30	2	212	2
v_j	0,25	0,21	0,18	0,15	0,11	0,04	0,06

V dalším kroku této metody se stanoví ideální varianty H , která obsahuje nejlepší kritériální hodnoty, a bazální varianty D , která obsahuje nejhorší kritériální hodnoty.

Ideální varianta je $H=(51,5; 1; 14; 60; 1; 123; 1)$.

Bazální varianta je $D=(112; 2; 14; 30; 2; 305; 2)$.

Následuje výpočet dílčího užítku $u_{ij}(y_{ij})$. Dílčí užitek pro kritériální hodnotu y_{11} se vypočítá podle vztahu

$$y_{11} = \frac{h_1 - y_{11}}{h_1 - d_1} = \frac{51,5 - 112}{51,5 - 112} = 1.$$

Dílčí užitek ostatních hodnot se vypočte stejným způsobem.

Tab. 16. Dílčí užitek $u_{ij}(y_{ij})$ [vlastní zpracování]

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
A_1	1	0	1	0	0	0,96	0
A_2	0,63	1	1	1	1	1	1
A_3	0	0	1	1	1	0	0
A_4	0,85	0	1	0	0	0,51	0

V posledním kroku metody váženého součtu se vypočítá agregovaná funkce užitku pro každou variantu a stanoví se pořadí variant. Pro variantu A_1 se agregovaná funkce užitku vypočte jako

$$u(A_1) = \sum_{j=1}^7 v_j u_{1j} = 1 \cdot 0,25 + 0 \cdot 0,21 + 1 \cdot 0,18 + 0 \cdot 0,15 + 0 \cdot 0,11 + 0,96 \cdot 0,04 + 0 \cdot 0,06 = 0,52.$$

Agregované funkce užitku pro zbývající tři varianty se vypočtou stejným způsobem.

Varianta s nejvyšším užitekem je varianta kompromisní.

Tab. 17. Pořadí variant

[vlastní zpracování]

	UŽITEK	POŘADÍ
A_1	0,52	2
A_2	0,91	1
A_3	0,44	3
A_4	0,41	4

Jako nejlepší nabídka v této metodě vyšla nabídka společnosti **INPOZ spol. s. r. o.**

9.3.3 Metoda AHP

Základem metody AHP je Saatyho matice. Ovšem s tím rozdílem, že se neporovnávají kritéria, ale varianty podle jednotlivých kritérií. Pro velikost preferencí je stanovena bodová stupnice od 1 do 4.

Protože je sedm kritérií, vytvoří se sedm Saatyho matic. V každé z těchto matic se vypočítá geometrický průměr řádků b_i . Potom následuje normalizace hodnot geometrické průměru řádků v_i a každá normalizovaná hodnota určitého řádku se vynásobí váhou daného kritéria.

Pro příklad je uveden výpočet geometrického průměru b_1 ze Saatyho matice pro kritérium cena podle vztahu

$$b_1 = \sqrt[4]{\prod_{j=1}^4 s_{1j}} = \sqrt[4]{1 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 2} = 2,21.$$

Vážené normalizované hodnoty v_i se vypočítají podle vztahu

$$v_1 = \frac{b_1}{\sum_{i=1}^4 b_i} \cdot 0,25 = \frac{2,21}{4,74} \cdot 0,25 = 0,12 .$$

Stejným postupem je vyplněno všech sedm Saatyho matic.

Tab. 18. Saatyho matice pro kritérium cena [vlastní zpracování]

0,25	<i>ELZA</i>	<i>INPOZ</i>	<i>METALL</i>	<i>Wapa</i>	b_i	v_i
<i>ELZA</i>	1	3	4	2	2,21	0,12
<i>INPOZ</i>	0,33	1	2	0,5	0,76	0,04
<i>METALL</i>	0,25	0,5	1	0,33	0,45	0,03
<i>Wapa</i>	0,5	2	3	1	1,32	0,07

Tab. 19. Saatyho matice pro kritérium jakost [vlastní zpracování]

0,21	<i>ELZA</i>	<i>INPOZ</i>	<i>METALL</i>	<i>Wapa</i>	b_i	v_i
<i>ELZA</i>	1	0,25	1	1	0,71	0,03
<i>INPOZ</i>	4	1	4	4	2,83	0,12
<i>METALL</i>	1	0,25	1	1	0,71	0,03
<i>Wapa</i>	1	0,25	1	1	0,71	0,03

Tab. 20. Saatyho matice pro kritérium dodací lhůta [vlastní zpracování]

0,18	<i>ELZA</i>	<i>INPOZ</i>	<i>METALL</i>	<i>Wapa</i>	b_i	v_i
<i>ELZA</i>	1	1	1	1	1	0,05
<i>INPOZ</i>	1	1	1	1	1	0,05
<i>METALL</i>	1	1	1	1	1	0,05
<i>Wapa</i>	1	1	1	1	1	0,05

Tab. 21. Saatyho matice pro kritérium splatnost [vlastní zpracování]

0,15	<i>ELZA</i>	<i>INPOZ</i>	<i>METALL</i>	<i>Wapa</i>	b_i	v_i
<i>ELZA</i>	1	0,33	0,33	1	0,57	0,02
<i>INPOZ</i>	3	1	1	3	1,73	0,06
<i>METALL</i>	3	1	1	3	1,73	0,06
<i>Wapa</i>	1	0,33	0,33	1	0,57	0,02

Tab. 22. Saatyho matice pro kritérium rychlost reakce [vlastní zpracování]

0,11	<i>ELZA</i>	<i>INPOZ</i>	<i>METALL</i>	<i>Wapa</i>	b_i	v_i
<i>ELZA</i>	1	0,33	0,33	1	0,57	0,01
<i>INPOZ</i>	3	1	1	3	1,73	0,04
<i>METALL</i>	3	1	1	3	1,73	0,04
<i>Wapa</i>	1	0,33	0,33	1	0,57	0,01

Tab. 23. Saatyho matice pro kritérium vzdálenost [vlastní zpracování]

0,04	<i>ELZA</i>	<i>INPOZ</i>	<i>METALL</i>	<i>Wapa</i>	b_i	v_i
<i>ELZA</i>	1	0,5	3	2	1,32	0,01
<i>INPOZ</i>	2	1	4	3	2,21	0,02
<i>METALL</i>	0,33	0,25	1	0,5	0,45	0,004
<i>Wapa</i>	0,5	0,33	2	1	0,75	0,02

Tab. 24. Saatyho matice pro kritérium certifikát [vlastní zpracování]

0,06	<i>ELZA</i>	<i>INPOZ</i>	<i>METALL</i>	<i>Wapa</i>	b_i	v_i
<i>ELZA</i>	1	0,25	1	1	0,71	0,01
<i>INPOZ</i>	4	1	4	4	2,83	0,03
<i>METALL</i>	1	0,25	1	1	0,71	0,01
<i>Wapa</i>	1	0,25	1	1	0,71	0,01

Nakonec se sečtou vážené normalizované hodnoty v_i pro každou variantu a stanoví se konečné pořadí variant.

Tab. 25. Pořadí variant

[vlastní zpracování]

	SOUČET v_i	POŘADÍ
A_1	0,25	2
A_2	0,36	1
A_3	0,22	3
A_4	0,21	4

Jako nejlepší nabídka v této metodě vyšla nabídka společnosti **INPOZ spol. s. r. o.**

9.3.4 Metoda bodovací

Kriteriální hodnoty jednotlivých variant se obodují podle stanovené bodové stupnice od 12 (nejlepší kriteriální hodnota) po 0 bodů (bezvýznamná kriteriální hodnota).

Tab. 26. Kriteriální matice s bodovým ohodnocením [vlastní zpracování]

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
A_1	12	8	12	8	8	9	0
A_2	6	12	12	12	12	12	12
A_3	3	8	12	12	12	3	0
A_4	9	8	12	8	8	6	0
v_j	0,25	0,21	0,18	0,15	0,11	0,04	0,06

Dále se jednotlivé kritériální bodové hodnoty vynásobí příslušnými váhami.

Tab. 27. Vážená kritériální matice s bodovým ohodnocením [vlastní zpracování]

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
A_1	3	1,68	2,16	1,2	0,88	0,36	0
A_2	1,5	2,52	2,16	1,8	1,32	0,48	0,72
A_3	0,75	1,68	2,16	1,8	1,32	0,12	0
A_4	2,25	1,68	2,16	1,2	0,88	0,24	0

Nakonec se sečtou vážené bodové hodnoty jednotlivých variant a stanoví se pořadí.

Tab. 28. Pořadí variant

[vlastní zpracování]

	BODY CELKEM	POŘADÍ
A_1	9,28	2
A_2	10,5	1
A_3	7,83	4
A_4	8,41	3

Jako nejlepší nabídka v této metodě vyšla nabídka společnosti **INPOZ spol. s r. o.**

9.3.5 Metoda TOPSIS

Pro využití této metody, stejně jako u metody váženého součtu, je nutné převést všechna kvalitativní kritéria na kritéria kvantitativní.

Tab. 29. Vstupní údaje pro metodu TOPSIS [vlastní zpracování]

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
A_1	51,5	2	14	30	2	130	2
A_2	74,2	1	14	60	1	123	1
A_3	112	2	14	60	1	305	2
A_4	60,7	2	14	30	2	212	2

Další podmínkou pro využití této metody je převedení všech kritérií minimalizační povahy na kritéria s povahou maximalizační. Minimalizační kritéria jsou cena, dodací lhůta a vzdálenost. Kritérium dodací lhůta není nutné převádět, jelikož jsou kritériální hodnoty stejné pro všechny varianty.

Například z ceny 51,5 u varianty A_1 se vytvoří maximalizační hodnota podle vztahu

$$y_{11} \max = d_1 \min - y_{11} \min = 112 - 51,5 = 60,5.$$

Ostatní minimalizační kritériální hodnoty se převedou stejným způsobem.

Tab. 30. Maximalizační kritériální hodnoty [vlastní zpracování]

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
A_1	60,5	2	14	30	2	175	2
A_2	37,8	1	14	60	1	182	1
A_3	0	2	14	60	1	0	2
A_4	51,3	2	14	30	2	93	2
v_j	0,25	0,21	0,18	0,15	0,11	0,04	0,06

Když jsou všechna kritéria maximalizačního typu, může se přejít k dalšímu kroku, a to k vytvoření normalizované kritériální matice $\mathbf{R}=(r_{ij})$.

Normalizovaná kritériální hodnota r_{11} se vypočítá podle vztahu

$$r_{11} = \frac{y_{11}}{\sqrt{\sum_{i=1}^4 y_{ij}^2}} = \frac{60,5}{\sqrt{60,5^2 + 37,5^2 + 0^2 + 51,3^2}} = 0,69.$$

Ostatní normalizované kritériální hodnoty se vypočítají stejným způsobem.

Tab. 31. Normalizovaná kritériální matice \mathbf{R} [vlastní zpracování]

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
A_1	0,69	0,56	0,5	0,32	0,63	0,65	0,56
A_2	0,43	0,28	0,5	0,63	0,31	0,68	0,28
A_3	0,00	0,56	0,5	0,63	0,31	0,00	0,56
A_4	0,58	0,56	0,5	0,32	0,63	0,35	0,56

V dalším kroku se převede normalizovaná kriteriální matice \mathbf{R} na váženou normalizovanou matici $\mathbf{Z}=(z_{ij})$ tak, že se každá normalizovaná kriteriální hodnota vynásobí váhou příslušného kritéria.

Tab. 32. Vážená normalizovaná kriteriální matice \mathbf{Z} [vlastní zpracování]

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
A_1	0,17	0,12	0,09	0,05	0,07	0,03	0,03
A_2	0,11	0,06	0,09	0,10	0,03	0,03	0,02
A_3	0,00	0,12	0,09	0,10	0,03	0,00	0,03
A_4	0,15	0,12	0,09	0,05	0,07	0,01	0,03

Dále se z vážené normalizované matice \mathbf{Z} vytvoří ideální varianta H a bazální varianta D .

Ideální varianta je $H=(0,17; 0,06; 0,09; 0,10; 0,03; 0,03; 0,02)$.

Bazální varianta je $D=(0,00; 0,12; 0,09; 0,05; 0,07; 0,00; 0,03)$.

V předposledním kroku se vypočítají vzdálenosti hodnot matice \mathbf{Z} od těchto variant.

Například vzdálenost z_{11} od ideální varianty se vypočítá jako

$$d_1^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^7 (z_{1j} - h_j)^2} = \sqrt{0,0078} = 0,09.$$

Ostatní vzdálenosti od ideální varianty se vypočítají stejným způsobem.

Vzdálenost z_{11} od bazální varianty se vypočítá jako

$$d_1^- = \sqrt{\sum_{j=1}^7 (z_{1j} - d_j)^2} = \sqrt{0,0299} = 0,17.$$

Ostatní vzdálenosti od bazální varianty se vypočítají stejným způsobem.

Posledním krokem je výpočet relativního ukazatele vzdáleností variant od bazální varianty c_i . Pro variantu A_1 se tento ukazatel vypočítá jako

$$c_1 = \frac{d_1^-}{d_1^+ + d_1^-} = \frac{0,17}{0,09 + 0,17} = 0,65.$$

Relativní ukazatele pro ostatní varianty se vypočítají stejným způsobem.

Tab. 33. Pořadí variant [vlastní zpracování]

	d^+	d^-	c_i	POŘADÍ
A_1	0,09	0,17	0,65	2
A_2	0,06	0,14	0,70	1
A_3	0,18	0,06	0,25	4
A_4	0,09	0,15	0,62	3

Jako nejlepší nabídka v této metodě vyšla nabídka společnosti **INPOZ spol. s. r. o.**

9.4 Konečné pořadí variant a nejlepší nabídka nerezových výpalků

Konečné pořadí variant se stanoví pomocí metody pořadí. Použité metody představují kritéria a pořadí dosažené těmito metodami představuje kritériální hodnoty. Poté se už jen sečte pořadí pro každou variantu a vyjde konečné pořadí variant.

Tab. 34. Konečné pořadí variant [vlastní zpracování]

	METODA POŘADÍ	WSA	METODA AHP	METODA BODOVACÍ	METODA TOPSIS	Σ	POŘADÍ
<i>ELZA</i>	2	2	2	2	2	10	2
<i>INPOZ</i>	1	1	1	1	1	5	1
<i>METALL</i>	4	3	3	4	4	18	4
<i>Wapa</i>	3	4	4	3	3	17	3

Jako nejlepší nabídka byla pomocí vícekritériálního hodnocení vyhodnocena nabídka společnosti **INPOZ spol. s. r. o.**

Druhá nejlepší nabídka je od společnosti **ELZA Předměřice, s. r. o.**

Třetí nejlepší nabídkou je nabídka společnosti **Wapa spol. s. r. o.**

Čtvrtou nejlepší nabídkou je nabídka společnosti **METALL FOX TRADE s. r. o.**

ZÁVĚR

Klíčovým úkolem této bakalářské práce bylo využít a aplikovat vícekriteriální hodnocení nabídek na rozhodovací proces soukromé společnosti. Jako soukromá společnost byla vybrána akciová společnost Papcel, která si pro hodnocení zvolila zakázku na nerezové výpalky. Pro vyhodnocení nejlepší nabídky nerezových výpalků byly využity dostupné teoretické poznatky a vybrané metody vícekriteriálního hodnocení. Ty metody, které vyhodnocení nejlepší nabídky nerezových výpalků vyžadovalo, nebo ty, které danému problému vyhovovaly. Metody byly aplikovány na čtyři konkrétní nabídky, které poskytly vybraní výrobci (dodavatelé nerezových výpalků).

Prvním krokem vícekriteriálního hodnocení nabídek bylo vytvoření soustavy kritérií, což jsou hlediska, podle kterých byly nabídky hodnoceny. Kritéria si stanovila sama společnost Papcel, a. s. Zvolila stejná kritéria, která používá ve vlastním rozhodovacím procesu. Dále společnost určila preference kritérií, které jsou důležité ke stanovení vah kritérií, což je druhý krok. Jelikož byly známy preference, nebyly využity metody stanovení vah bez preferencí. Metody stanovení vah bez preferencí by ani společnost, která si vyhodnocuje nejlepší nabídku, neměla využívat. Vždy by měla být schopna určit, které kritérium preferuje více a které méně. Ostatní metody s preferencemi může společnost využívat podle svého uvážení. Váhy pro vyhodnocení nejlepší nabídky nerezových výpalků byly stanoveny jako aritmetický průměr tří metod stanovení vah. Ovšem dá se použít jen jedna metoda. Třetím krokem bylo samotné vyhodnocení nabídek. Bylo využito pěti metod výběru kompromisní varianty. Metoda pořadí a metoda bodovací jsou využívány pro svoji jednoduchost, metoda AHP pro svoji efektivnost a metoda váženého součtu s metodou TOPSIS byly vybrány jako zástupci matematicky obtížnějšího postupu. Zase se dá využít jen jedna metoda výběru kompromisní varianty pro vyhodnocení nejlepší nabídky.

Nakonec celého procesu bylo stanoveno konečné pořadí nabídek nerezových výpalků.

Nejlepší nabídkou nerezových výpalků vyhodnocenou pomocí vícekriteriálního hodnocení je nabídka společnosti **INPOZ spol. s. r. o.** Ze všech pěti využitých metod vzešla jako nejlepší. A to hlavně díky tomu, že společnost je držitelem certifikátu ISO 9001, který byl podmínkou pro vysokou jakost. Ostatní společnosti certifikát nemají a tím byla jejich jakost označena jako střední. Pořadí zbývajících společností

je ELZA Předměřice, s. r. o. Wapa spol. s. r. o. a jako poslední v pořadí se umístila společnost METALL FOX TRADE s. r. o.

Nabídky byly hodnoceny i pomocí současného rozhodovacího procesu společnosti Papcel, a. s. Tento proces je založen na bodovém ohodnocení kritériálních hodnot podobně jako metoda bodovací pro výběr kompromisní varianty. Kritéria pro výběr a vyhodnocení kompromisní varianty jsou totožná s kritérii použitými ve vícekritériálním hodnocení. Tato kritéria jsou pevně stanovena v instrukcích společnosti Papcel, a. s., ovšem společnost se může rozhodnout, že ve výběrovém řízení využije jen některá z těchto kritérií. Z této metodiky vzešla stejná nejlepší nabídka jako z metodiky vícekritériálního hodnocení, a to nabídka společnosti **INPOZ spol. s. r. o.** Druhá v pořadí se umístila opět nabídka společnosti ELZA Předměřice, s. r. o. Třetí a čtvrté pořadí už ale stejné není. Třetí v pořadí je nabídka společnosti METALL FOX TRADE s. r. o. a čtvrtou v pořadí je nabídka společnosti Wapa spol. s. r. o. Poslední dvě pořadí se liší zejména proto, že rozhodovací proces společnosti neklade tak velký důraz na relativní důležitost kritérií. A to je hlavní rozdíl mezi rozhodovacím procesem společnosti a vícekritériálním hodnocením. V tomhle směru shledávám vícekritériální hodnocení jako lepší metodiku pro výběr a hodnocení nabídek.

Akciová společnost Papcel má ale propracovaný a efektivní rozhodovací systém. Kdyby se také neuměla efektivně rozhodnout, nebyla by tak úspěšnou společností ve svém oboru. Co se týká doporučení, jsou dvě. Za prvé by společnost měla více propracovat relativní důležitosti kritérií ve svém rozhodovacím procesu. Každé kritérium by mělo mít svou vlastní váhu. Například nějaká varianta může v jednom kritériu dosahovat výborných hodnot a v jiném horších. Důležitější ale bude kritérium s horší hodnotou a lepší váha tomuto kritériu dodá na významu. K efektivnímu stanovení vah bych doporučila Fullerovu metodu. Druhým doporučením je udržovat dobré partnerské vztahy se svými dodavateli, které mohou vést ke zlepšení úrovně zákaznického servisu, například ke zlepšení včasnosti dodávek nebo k možnému prodloužení doby splatnosti. A to z toho důvodu, že dobrý zákaznický servis snižuje náklady na neočekávané události.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BROŽOVÁ, H. HOUŠKA, M. ŠUBRT, T. Modely pro vícekriteriální rozhodování. 1. vyd. Praha: Credit, 2003. 172 s. ISBN 80-213-1019-7.
- [2] ČERNÝ, M. GLÜCKAUFOVÁ, D. TOMS, M. Metody komplexního vyhodnocování variant. 1. vyd. Praha: Academia, 1980. 228 s. ISBN 509-21-827.
- [3] FIALA, P. Vícekriteriální rozhodování. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1994. 316 s. ISBN 80-7079-748-7.
- [4] GROS, I. Tajemství moderního nákupu. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2006. 183 s. ISBN 80-7080-598-6.
- [5] KOCH, R. Pravidlo 80/20: umění dosáhnout co nejlepších výsledků s co nejmenším úsilím. 1. vyd. Praha: Management Press, 1999. 244 s. ISBN 80-7261-008-2.
- [6] PÍŠKOVÁ, V. Vícekriteriální hodnocení variant 1: Příručka pro uživatele. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav výstavby a architektury, 1993. 81 s. ISBN 80-75124-74-X.
- [7] RAMÍK, J. Vícekriteriální rozhodování-analytický hierarchický proces (AHP). 1. vyd. Opava: Slezská univerzita, 1999. 211 s. ISBN 80-7248-047-2.
- [8] TOMEK, J. HOFMAN, J. Moderní řízení nákupu podniku. 1. vyd. Praha: Management Press, 1999. 276 s. ISBN 80-85943-73-5.
- [9] [online] [cit. 2008-11-23]
<http://etext.czu.cz/php/skripta/skriptum.php?titul_key=79>.
- [10] [online] [cit. 2008-11-12]
<http://www2.ef.jcu.cz/~jfried/prednasky_komplet/skriptaRM_vicekritko.pdf>.
- [11] [online] [cit. 2008-12-18]
<http://quercus.kin.tul.cz/~miroslav.zizka/multiedu/Vicekriterialni_rozhodvani.pdf>.
- [12] [online] [cit. 2008-11-23]
<<http://jana.kalcev.cz/vyuka/kestazeni/EKO422-Vahy.pdf>>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Schéma Fullerova trojúhelníku [9]</i>	16
<i>Obr. 2. Proces výroby nerezových výpalků</i>	29
<i>Obr. 3. Příklad nerezových výpalků</i>	29

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Kriteriaální matice [vlastní zpracování]</i>	12
<i>Tab. 2. Základní kriteriaální matice pro vyhodnocení nejlepší nabídky [vlastní zpracování]</i>	33
<i>Tab. 3. Koeficienty důležitosti pro dodavatele [vlastní zpracování]</i>	35
<i>Tab. 4. Kriteriaální matice s bodovým ohodnocením [vlastní zpracování]</i>	36
<i>Tab. 5. Vážená kriteriaální matice s bodovým ohodnocením [vlastní zpracování]</i>	36
<i>Tab. 6. Pořadí variant [vlastní zpracování]</i>	37
<i>Tab. 7. Váhy stanovené metodou pořadí [vlastní zpracování]</i>	38
<i>Tab. 8. Váhy stanovené Fullerovou metodou [vlastní zpracování]</i>	39
<i>Tab. 9. Váhy stanovené bodovací metodou [vlastní zpracování]</i>	40
<i>Tab. 10. Váhy stanovené Saatyho metodou [vlastní zpracování]</i>	41
<i>Tab. 11. Váhy pro hodnocení variant pomocí vícekriteriaálního hodnocení [vlastní zpracování]</i>	42
<i>Tab. 12. Pořadí variant [vlastní zpracování]</i>	42
<i>Tab. 13. Vážená kriteriaální pořadí [vlastní zpracování]</i>	43
<i>Tab. 14. Pořadí variant [vlastní zpracování]</i>	43
<i>Tab. 15. Vstupní kriteriaální matice pro metodu WSA [vlastní zpracování]</i>	44
<i>Tab. 16. Dílčí užitek $u_{ij}(y_{ij})$ [vlastní zpracování]</i>	44
<i>Tab. 17. Pořadí variant [vlastní zpracování]</i>	45
<i>Tab. 18. Saatyho matice pro kritérium cena [vlastní zpracování]</i>	46
<i>Tab. 19. Saatyho matice pro kritérium jakost [vlastní zpracování]</i>	46
<i>Tab. 20. Saatyho matice pro kritérium dodací lhůta [vlastní zpracování]</i>	46
<i>Tab. 21. Saatyho matice pro kritérium splatnost [vlastní zpracování]</i>	47
<i>Tab. 22. Saatyho matice pro kritérium rychlost reakce [vlastní zpracování]</i>	47
<i>Tab. 23. Saatyho matice pro kritérium vzdálenost [vlastní zpracování]</i>	47
<i>Tab. 24. Saatyho matice pro kritérium certifikát [vlastní zpracování]</i>	47
<i>Tab. 25. Pořadí variant [vlastní zpracování]</i>	48
<i>Tab. 26. Kriteriaální matice s bodovým ohodnocením [vlastní zpracování]</i>	48
<i>Tab. 27. Vážená kriteriaální matice s bodovým ohodnocením [vlastní zpracování]</i>	49
<i>Tab. 28. Pořadí variant [vlastní zpracování]</i>	49
<i>Tab. 29. Vstupní údaje pro metodu TOPSIS [vlastní zpracování]</i>	49

<i>Tab. 30. Maximalizační kritériální hodnoty [vlastní zpracování].....</i>	<i>50</i>
<i>Tab. 31. Normalizovaná kritériální matice R [vlastní zpracování]</i>	<i>50</i>
<i>Tab. 32. Vážená normalizovaná kritériální matice Z [vlastní zpracování]</i>	<i>51</i>
<i>Tab. 33. Pořadí variant [vlastní zpracování]</i>	<i>52</i>
<i>Tab. 34. Konečné pořadí variant [vlastní zpracování]</i>	<i>52</i>