

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Bakalářská práce

**Aplikace metod vícekriteriální analýzy variant při
výběru dodavatele**

Michaela Pazderová

© 2018 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Michaela Pazderová

Provoz a ekonomika

Název práce

Aplikace metod vícekriteriální analýzy variant při výběru dodavatele

Název anglicky

Application of Multiple-Attribute Decision-Making Methods at Supplier Selection

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je najít nejvhodnějšího dodavatele pro firmu, která se zabývá výrobou hokejové výstroje. Na základě aplikace metod vícekriteriální analýzy variant bude doporučen dodavatel výrobního materiálu, konkrétně se jedná o suchý zip – háček, který nejlépe vyhovuje požadavkům zadavatele.

Metodika

Cíle práce bude dosaženo prostřednictvím následujícího postupu:

1. Přehled literatury:

- metody pro stanovení vah
- metody pro výběr kompromisní varianty

2. Případová studie:

- popis zadavatele
- vymezení stávajícího způsobu výběru
- výběr kritérií
- nalezení kompromisní varianty

3. Zhodnocení výsledků

- interpretace
- doporučení

4. Závěr

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

Vícekriteriální hodnocení variant, ideální varianta, bazální, kompromisní, aspirační úroveň.

Doporučené zdroje informací

Brožová, H., Houška, M., Šubrt, T.: Modely vícekriteriálního rozhodování, skripta. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2003

Jablonský Josef, Miroslav Maňas a Petr Fiala. Vícekriteriální rozhodování. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1994

Šubrt, T., Brožová, H., Dömeová, L., Kučera, P.: Ekonomicko matematické metody II – Aplikace a cvičení, skripta. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2000

Získal Jan a Jaroslav Havlíček. Ekonomicko matematické metody: studijní texty pro distanční studium. Praha: Česká zemědělská univerzita, 1998

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Martina Houšková Beránková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 21. 2. 2018

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2018

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 14. 03. 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Aplikace metod vícekritériální analýzy variant při výběru dodavatele" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.03.2018

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Martině Houškové Beránkové, Ph.D., za odborné konzultace a věcné připomínky, které mi v průběhu zpracování této bakalářské práce poskytla. Také bych ráda poděkovala akciové společnosti C. P. E. OPUS Prague za poskytnutí informací a za spolupráci.

Aplikace metod vícekriteriální analýzy variant při výběru dodavatele

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je nalézt vhodného dodavatele stuhového uzávěru pomocí metod vícekriteriálního rozhodování. Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části jsou vymezeny základní pojmy vícekriteriálního rozhodování. Dále jsou popsány metody pro konstrukci vah. Následně jsou charakterizovány metody pro výběr kompromisní varianty. Metoda váženého součtu a metoda AHP jsou dále využity v praktické části práce. Praktická část je zaměřena na řešení problematiky akciové společnosti C. P. E. OPUS Prague při výběru dodavatele, stanovení jejich požadavků a představení firmy. Jednotlivá kritéria jsou následně charakterizována a specifikována. Pomocí bodů jsou subjektivní kritéria kvantifikována. Varianty dodavatelů jsou stručně přestaveny. Použitím bodovací metody jsou stanoveny váhy pro jednotlivá kritéria. Na základě popisu alternativ a kritérií je vybrána kompromisní varianta pomocí zvolených dvou metod. Výsledky jsou porovnány a popsány v závěrečné části práce. Varianta, která dosáhla nejlepších výsledků je doporučena firmě.

Klíčová slova: Vícekriteriální analýza variant, váhy, kritéria, vícekriteriální rozhodování, alternativy, metoda váženého součtu, metoda AHP, bodovací metoda, dodavatel, kompromisní varianta.

Application of Multiple-Attribute Decision-Making Methods at Supplier Selection

Abstract

The aim of the bachelor thesis is to find a suitable velcro closure supplier using multi-criteria decision making methods. The bachelor thesis is divided into the theoretical and practical part. The theoretical part defines the basic concepts of multicriterial decision making. Methods for the design of scales are described below. Then methods for choosing a compromise variant are characterized. The weighted sum method and the AHP method are further used in the practical part of the thesis. The practical part is focused on the solution of the issue of C. P. E. OPUS Prague in selecting the supplier, setting their requirements and introducing the company. The individual criteria are subsequently characterized and specified. Using the points are subjective criteria quantified. Variants of vendors are briefly re-arranged. Using the scoring method, scales are determined for each criterion. Based on the description of alternatives and criteria, a compromise option is selected using the two selected methods. The results are compared and described in the final part of the thesis. The best-performing option is recommended to the company.

Keywords: Multi-criteria analysis of variants, weights, criteria, multi-criteria decision, alternatives, weighted sum method, AHP method, scoring method, supplier, compromise variant.

Obsah

Úvod	11
Cíl práce a metodika.....	13
1.1 Cíl práce	13
1.2 Metodika	13
Teoretická východiska.....	14
1.3 Základní pojmy	14
1.4 Metody pro konstrukci vah	19
1.4.1 Stanovení vah kritérií bez informace o preferenci kritérií.....	19
1.4.2 Stanovení vah kritérií z ordinální informace o preferenci kritérií	20
1.4.3 Stanovení vah z kardinální informace o preferencích kritérií.....	21
1.5 Metody pro výběr kompromisní varianty	23
1.5.1 Metody nevyžadující informaci o preferenci kritérií	23
1.5.2 Metody vyžadující aspirační úroveň kritérií	24
1.5.3 Metody vyžadující ordinální informace.....	25
1.5.4 Metody vyžadující kardinální informaci.....	25
1.5.5 Metody založené na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty	28
1.5.6 Metody založené na vyhodnocování preferenční relace.....	29
1.5.7 Metody pro práci s informací o mezní míře substituce kritériálních hodnot ²⁹	
Vlastní práce.....	31
1.6 Problémová situace	31
1.6.1 Profil C. P. E. OPUS Prague a. s.	31
1.6.2 Kritéria.....	32
1.6.3 Varianty	34
1.7 Nalezení kompromisní varianty	35
1.7.1 Výběr kompromisní varianty pomocí metody váženého součtu	37
1.7.2 Výběr kompromisní varianty pomocí metody AHP	38
Zhodnocení výsledků	43
Závěr	45
Seznam použitých zdrojů	46
Přílohy.....	47

Seznam obrázků

Obrázek 1: Metody kvantifikace preferencí mezi kritérií	17
Obrázek 2: Metody kvantifikace preferencí mezi variantami.....	17
Obrázek 3: Nedominovaná varianta.....	18
Obrázek 4: Dominovaná varianta	19
Obrázek 7: Hierarchická struktura typické úlohy vícekritériální analýzy variant	28
Obrázek 8: Hierarchická struktura úlohy	38

Seznam tabulek

Tabulka 1: Schéma Fullerova trojúhelníka	21
Tabulka 2: Pevnost.....	33
Tabulka 3: Osobní jednání	34
Tabulka 4: Varianty a kritéria	35
Tabulka 5: Stanovení vah.....	36
Tabulka 6: Kritériální tabulka	37
Tabulka 7: Ideální a bazální hodnoty	37
Tabulka 8: Standardizovaná kritériální matice	37
Tabulka 9: Užitek.....	38
Tabulka 10: Saatyho matice pro kritérium cena	39
Tabulka 11: Saatyho matice pro kritérium termín dodání	40
Tabulka 12: Saatyho matice pro kritérium pevnost	41
Tabulka 13: Saatyho matice pro kritérium dodržení šířky.....	41
Tabulka 14: Saatyho matice pro kritérium osobní jednání	42
Tabulka 15: Pořadí variant podle metody AHP	43

Seznam grafů

Graf 1: Grafické zobrazení stanovených vah kritérií	36
Graf 2: Rozdělení váhy kritéria cena mezi jednotlivé varianty	39
Graf 3: Rozdělení váhy kritéria termín dodání mezi jednotlivé varianty	40
Graf 4: Rozdělení váhy kritéria pevnost mezi jednotlivé varianty	41
Graf 5: Rozdělení váhy kritéria dodržení šířky mezi jednotlivé varianty.....	42

Graf 6: Rozdělení váhy kritéria osobní jednání mezi jednotlivé varianty	43
---	----

Seznam rovnic

(1) Normalizace vah kritérií.....	20
(2) Počet srovnání	20
(3) Váhy - Fullerův trojúhelník.....	21
(4) Váhy - bodovací metoda	21
(5) Saatyho matice	22
(6) Geometrický průměr	23
(7) Váhy - Saatyho metoda	23
(8) Součet hodnot variant.....	23
(9) Výběr kompromisní varianty	23
(10) Konjunktivní metoda.....	24
(11) Disjunktivní metoda	24
(12) Celkový užitek	26
(13) Převod kritérií.....	26
(14) Standardizovaná kritériální matice.....	27
(15) Agregovaná funkce užitku	27
(16) Převod kritérií.....	28
(17) Normalizovaná kritériální matice.....	28
(18) Normalizovaná vážená kritériální matice.....	28
(19) Vzdálenost od ideální varianty.....	29
(20) Vzdálenost od bazální varianty	29
(21) Relativní ukazatele vzdálenosti od bazální varianty	29

Úvod

S problémy vícekriteriálního rozhodování se lze setkat v každodenním životě. Rozhodnutí se dají rozlišovat na méně a více důležitá. Ta, která řeší jednotliví lidé v domácnosti (například nákup ledničky, telefonu, nábytku atd.) a na ta kterými se zabývají manažeři v podniku.

Člověk, který nezná problematiku vícekriteriálního rozhodování, se intuitivně rozhoduje. Pokud realizací rozhodnutého řešení nevznikne škoda, je tento přístup vhodný u případných problémů. Obvykle se jedná o krátkodobá rozhodnutí, o rozhodnutí vratná apod.

Naopak existují rozhodnutí, která zásadně ovlivňují celý život člověka. Rozhodnutí, které mohou vyvolat špatné důsledky, se musí velmi zvážit. Tyto důsledky lze jen těžko napravit, či odstranit. Například se jedná o rozhodování při výběru školy či profese, koupi rodinného domu, investování akcií, výběru vzdělání vlastních dětí apod.

Manažerské rozhodování ve firmách anebo ve veřejných funkcích je samostatnou problematikou. Důležitější rozhodnutí pro firmy vyžadují pečlivější analýzu. (Brožová, Houška, Šubrt, 2003)

Modely vícekriteriálního rozhodování jsou zaměřeny na problémy rozhodování, ve kterých se vychází podle více kritérií. Z obecné kontroverznosti kritérií vyplývají konflikty či obtíže, které se vnášejí do řešení problému při zohlednění více kritérií. Účelem rozhodovacích modelů v problémových situacích je nalezení nejlepší varianty podle uvažovaných kritérií, uspořádání množiny variant nebo vyloučení neefektivních variant.

Podle charakteru množiny variant či přípustných řešení se liší přístupy k vícekriteriálnímu rozhodování. Existují modely vícekriteriálního hodnocení variant, které jsou zadány na základě seznamu variant a jejich hodnocení podle jednotlivých kritérií. Pak existují modely vícekriteriální optimalizace, které mají množinu variant s nekonečně mnoho prvky. Množina variant je vyjádřena pomocí omezujících podmínek a ohodnocení variant je dáno kritériálními funkcemi. (Šubrt a kolektiv, 2011)

Cíl práce a metodika

1.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je nejprve vysvětlit vícekriteriální rozhodování a poté použít zvolené metody pro výběr nejlepšího dodavatele stuhového uzávěru do firmy C. P. E. OPUS Prague. Firma zavádí nový produkt do výroby, který je součástí ochranného obleku pro útvar rychlého nasazení. Je třeba vybrat takovou kompromisní variantu, která bude vyhovovat požadavkům zadavatele podle stanovených kritérií.

1.2 Metodika

V teoretické části jsou definovány základní pojmy, které souvisí s vícekriteriálním rozhodováním. Dále jsou charakterizovány metody pro konstrukci vah a metody pro výběr kompromisní varianty, kde je konkrétně popsána metoda váženého součtu a metoda AHP. Tyto metody jsou použity v praktické části práce.

Praktická část je zaměřena na problémovou situaci při výběru nejvhodnějšího dodavatele. Nejprve je nastíněna problémová situace C. P. E. OPUS Prague, a. s. Dále je představena akciová společnost. V další části jsou popsány jednotlivá kritéria. Pomocí bodů jsou subjektivní kritéria kvantifikována. Jednotlivé varianty jsou stručně charakterizovány. Použitím bodovací metody jsou stanoveny váhy pro jednotlivá kritéria. Na základě popisu jednotlivých alternativ a kritérií je vybrána kompromisní varianta nejprve pomocí metody váženého součtu. Druhou metodou pro stanovení nejlepší varianty je metoda AHP.

Na základě porovnání výsledků je vybrána varianta, která dosáhla nejlepších hodnot. V závěrečné části práce jsou popsány výsledky. Nejlepší varianta je doporučena firmě.

Teoretická východiska

Rozhodnutí vícekritériální analýzy variant spočívá ve výběru jedné nebo více variant z množiny přípustných variant a následné doporučení k realizaci. Rozhodovatel využívá při výběru varianty různé postupy a metody analýzy variant (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

1.3 Základní pojmy

„Rozhodovatel – je osoba nebo skupina osob, která má za úkol učinit rozhodnutí.“
(Brožová, Houška, Šubrt, 2003 str. 4)

„Varianty – jsou konkrétní rozhodovací možnosti, předmět vlastního rozhodování.“
(Brožová, Houška, Šubrt, 2003 str. 4)

„Přípustná varianta – je varianta, která je realizována, a která není logickým nesmyslem.“
(Brožová, Houška, Šubrt, 2003 str. 4)

„Kritérium – je hledisko hodnocení variant.“ (Brožová, Houška, Šubrt, 2003 str. 5)

Kritéria se mohou dělit podle různých hledisek. První hledisko je podle kvantifikovatelnosti. Kritéria nemusejí být stanovena pouze číslem, ale i názvem. Kritéria číselná se pak nazývají kvantitativní a kritéria názvová jsou kvalitativní. Kvalitativní kritéria se musí nahradit různými bodovacími stupnicemi, aby se vyjádřily preference v porovnání s ostatními kritérii. Podle preferencí se udává důležitost jednotlivých kritérií (Brožová, Houška, Šubrt, 2013).

Dále se kritéria rozlišují podle povahy na kritéria maximalizační a minimalizační. U maximalizační povahy je vybrána varianta, která dosahuje nejvyšší hodnoty. Na opak u minimalizační povahy se vybírá varianta, která dosahuje nejnižší hodnoty.

Preference kritéria – vyjadřuje důležitost kritéria v porovnání s kritérii ostatními. Preference kritérií lze vyjádřit pořadím, aspirační úrovní, váhami jednotlivých kritérií a způsobem kompenzace kritériálních hodnot (Šubrt a kolektiv, 2011).

Preference pořadí kritérií – spočívá v seřazení kritérií od nejdůležitějších až po méně důležité.

Aspirační úroveň kritéria – udává hodnoty, kterých má být dosaženo (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Čím přísnější požadavek vyjadřuje aspirační úroveň, tím je důležitější kritérium. Naopak, čím méně je požadavek náročnější, tím je kritérium méně důležité.

Váha jednotlivých kritérií je hodnota od 0 do 1. Při sečtení vah kritérií je výsledek roven jedné. Jedná se o přiřazení vah k jednotlivým kritériím podle důležitosti. Čím vyšší hodnota váhy, tím vyšší preference (Šubrt a kolektiv, 2011).

„Kompensace kritériálních hodnot kritérií je vyjádřena mírou substituce mezi kritériálními hodnotami.“ (Brožová, Houška, Šubrt, 2003 str. 6)

Varianty se speciálními vlastnostmi

Dominovaná varianta – je hodnocena hůře podle všech daných kritérií než dominující varianta.

Dominující varianta – je nejlepší možná varianta podle kritérií než všechny ostatní možnosti (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Ideální varianta je varianta, která dosahuje nejlepších hodnot ve všech stanovených kritériích. Tato varianta je považována za optimální variantu, která je jediná nedominovaná možnost. Ideální varianta je spíše hypotetická.

Bazální varianta je opak ideální varianty. Jedná se o hypotetickou nebo reálnou variantu, která dosahuje nejhorších hodnot ve všech stanovených kritériích (Šubrt a kolektiv, 2011).

„Kompromisní varianta je jediná nedominovaná varianta doporučena jako řešení problému.“ (Brožová, Houška, Šubrt, 2003 str. 7)

Výběr kompromisní varianty záleží na postupu řešení. Cílem je nalézt jedinou variantu řešení. Může nastat problém, kde je cílem nalézt všechny efektivní varianty a vyloučit všechny neefektivní varianty. Na základě tohoto řešení problému se seřadí množiny variant podle vzdálenosti od ideální varianty. Podle tohoto uspořádání je x variant řešením problému. Kompromisní variantu lze stanovit:

- součtem normalizovaných hodnot ukazatelů,
- nejmenší vzdáleností od ideální varianty,
- odvozením pomocí párového porovnání hodnot dvojic variant podle kritérií.

Vzdálenost lze změřit několika metodami (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Dělení úloh podle cíle řešení

- Úlohy vybírající varianty jako kompromisní,

Výběr varianty z množiny variant, která je nejlepší podle příslušných kritérií. Ke stanovení kompromisní varianty se využívá několik možných metod.

- Úlohy uspořádávající množiny variant,

Uspořádání varianty od nejlepší po nejhorší.

- Úlohy rozdělovající množiny variant na špatné a dobré.

Nejedná se zde o určení pořadí variant, ale o rozhodnutí, která varianta je špatná, anebo dobrá. Existují 2 postupy, podle kterých se varianty dají hodnotit (Šubrt a kolektiv, 2011).

Dělení úloh podle typu informace

Informace žádná – neexistuje informace o preferencích, možné pouze pro váhy kritérií.

Informace nominální – vyjádření informace aspirační úrovní. Tento typ informace rozděluje varianty podle daného kritéria na efektivní a neefektivní.

Informace ordinální – vyjádření informace pořadím kritérií podle preferencí.

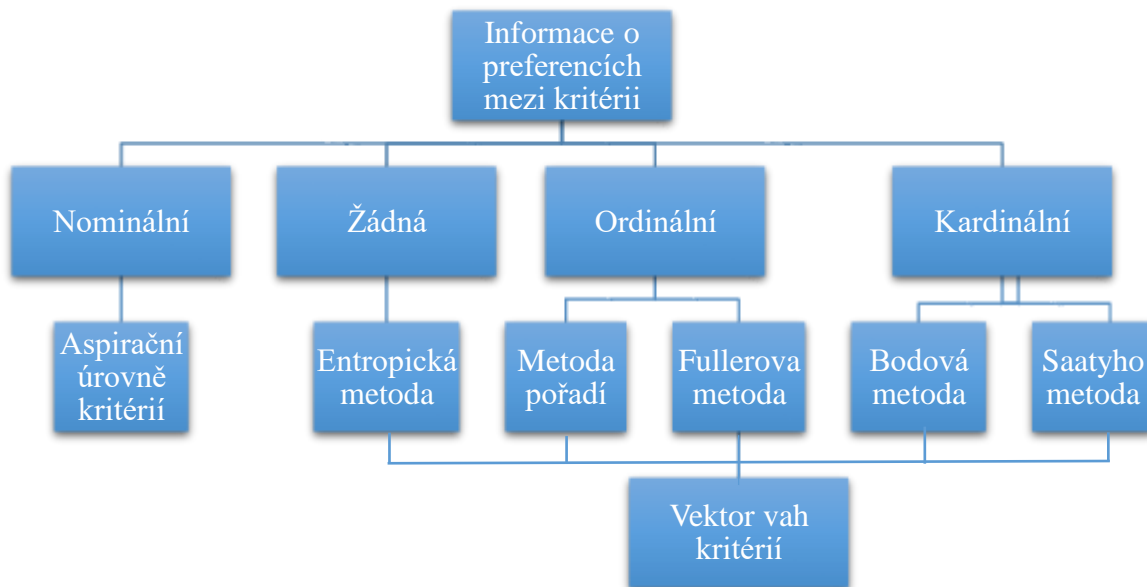
Informace kardinální – vyjádření informace pomocí kvantitativního charakteru, pokud jsou preference vyjádřeny váhy kritérií (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

V prvním následujícím diagramu je zobrazeno přehledné schéma metod kvantifikace typů informací o preferencích mezi jednotlivými kritérii.

Druhé schéma zobrazuje rozdělení metod kvantifikace při zpracování jednotlivých informací o preferencích mezi variantami.

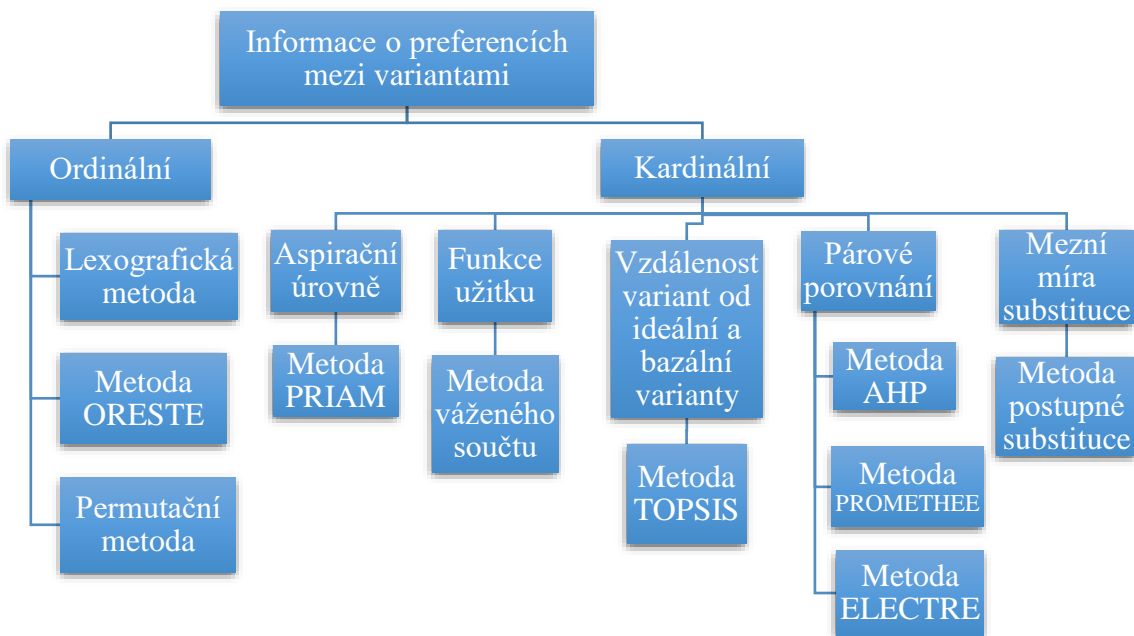
V obou obrázcích jsou uvedeny pouze nejpoužívanější metody v této oblasti. Popis některých nejpoužívanějších metod je uveden v následující části bakalářské práce.

Obrázek 1: Metody kvantifikace preferencí mezi kritérii



Zdroj: Brožová, Houška, Šubrt, 2003, vlastní zpracování, 2018

Obrázek 2: Metody kvantifikace preferencí mezi variantami



Zdroj: Brožová, Houška, Šubrt, 2003, vlastní zpracování, 2018

Grafické znázornění variant

Ke stanovení optimální varianty a pro pochopení problému je vhodné graficky znázornovat modelové údaje. Existují 2 typy znázornění:

- Hvězdicové
- Polygonální

Hvězdicové znázornění

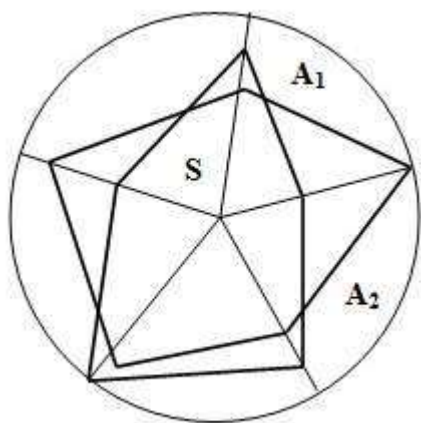
Podle počtu kritérií se určuje počet jednotlivých poloos. Poloosy svírají mezi sebou úhel $\frac{2\pi}{n}$, n je počet kritérií. Poloosy začínají v bodě S uvnitř kružnice a končí v odvodu kružnice C . Středem kružnice C je právě bod S . Na jednotlivých poloosách se zkonstruuje lineární stupnice. Končící hodnoty stupnice nelze spojit v polygon.

Polygonální znázornění

Polygonálním zobrazením lze vytvořit polygon. Polygon se vytváří spojením končících hodnot lineární stupnice v jeden společný tvar pomocí úseček.

Následující obrázek zobrazuje nedominované varianty (Získal, Havlíček, 1998).

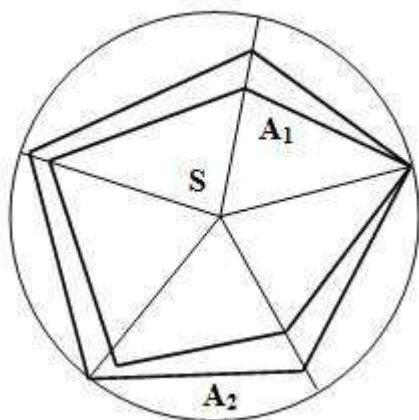
Obrázek 3: Nedominovaná varianta



Zdroj: Získal, Havlíček, 1998, vlastní zpracování, 2018

V obrázku je zobrazena varianta A_2 , která dominuje variantě A_1 .

Obrázek 4: Dominovaná varianta



Zdroj: Získal, Havlíček, 1998, vlastní zpracování, 2018

Prvky modelu vícekritériální analýzy variant

- I. alternativy rozhodnutí – varianty $a_i, i = 1, \dots, m$ – možná rozhodnutí
- II. kritéria $k_j, j = 1, \dots, n$ – jednotlivá kritéria, podle nichž jsou varianty hodnoceny
- III. kritériální hodnoty $v_{ij}, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$ – ohodnocení či preference variant podle jednotlivých kritérií
- IV. preference kritérií $p_j, j = 1, \dots, n$ – informace o důležitosti jednotlivých kritérií

(Šubrt a kolektiv, 2011)

1.4 Metody pro konstrukci vah

Na základě stanovení vah se postupuje k další části analýzy modelu variant. Jednotlivé metody pro konstrukci vah kritérií se liší stupněm náročnosti a složitostí na typ informace. Zde jsou uvedeny nejvíce používané metody konstrukce vah mezi kritérii podle jednotlivých typů informace. Postupy je možné kombinovat, ale za podmínky dosaženého cíle analýzy.

1.4.1 Stanovení vah kritérií bez informace o preferenci kritérií

Není zde žádná informace o preferenci kritérií, to však neznamená, že se neví nic o problému. Existuje matice kritérií, která je zadaná pomocí kardinálních hodnot. Nejsou stanovené preference pro kritéria. Je možné stanovit stejnou váhu pro všechna kritéria.

Jestliže rozhodovatel nechce stanovit stejnou váhu pro kritéria, je možné stanovit váhový vektor pomocí entropické metody.

Entropická metoda

Určité množství informací je obsaženo v kritériální matici $Y = (y_{ij})$ pro množinu alternativ. Pokud jsou hodnoty všech alternativ podle tohoto kritéria podobné, není kritérium příliš důležité. Kritérium má nulovou váhu, pokud jsou ohodnocení variant podle kritéria všechna stejná. Kritérium má větší váhu, jestliže jsou ohodnocení variant podle kritéria rozdílné.

1.4.2 Stanovení vah kritérií z ordinální informace o preferenci kritérií

Rozhodovatel je schopen stanovit preference kritérií pomocí ordinální informace. Na základě ordinální informace o preferenci se využívají metody pořadí a Fullerova trojúhelníka. Ordinální informace je transformovaná do váhového vektoru pomocí těchto dvou metod.

Metoda pořadí

Seřazení kritéria od nejdůležitějšího až po nejméně důležité. Stanovení vah pro kritéria spočívá v součtu jednotlivých pořadí a v následném podílu s pořadím podle vzorce:

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

(1)

$j = 1, 2, \dots, n$. b_j jsou body přiřazené j -tému kritériu (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Metoda Fullerova trojúhelníka

Metoda párového porovnání je používána, pokud pouze vztah mezi každou dvojicí hodnocených kritérií vyjadřuje ordinální informace. Řešitel hodnotí kritérium j jako podstatnější než l . Kritérium l je méně důležité než kritérium j . Počet srovnání se stanoví podle vzorce, kde platí, že n je počet porovnávaných kritérií.

$$N = \frac{n(n-1)}{2}$$

(2)

Pomocí Fullerova trojúhelníka se provede porovnání. Z každé dvojice prvků se zakroužkuje prvek, který je důležitější. Váha prvku se vypočte podle vzorce

$$v_j = \frac{n_j}{N}$$

(3)

$j = 1, 2, \dots, n$. n_j odpovídá počtu zakroužkování j -tého prvku.

Tabulka 1: Schéma Fullerova trojúhelníka

1	1	1	...	1
2	3	4	...	k
	2	2	...	
	3	4	...	
			...	
			$k-2$	$k-2$
			$k-1$	k
				$k-1$
				k

Zdroj: Šubrt a kolektiv, 2011

1.4.3 Stanovení vah z kardinální informace o preferencích kritérií

Řešitel je schopen stanovit nejen preference kritérií, ale i poměr preferencí mezi jednotlivými dvojicemi kritérií. Na základě kardinální informace o preferenci kritérií se využívají metoda bodovací a Saatyho metoda.

Bodovací metoda

Důležitost kritérií je stanovena počtem bodů na základě bodové stupnice od 1 do 10. Pro nejdůležitější kritérium odpovídá hodnota 10 a pro méně významné kritérium hodnota 1. Řešitel ohodnotí jednotlivá kritéria počtem bodů. Podle bodového ohodnocení se provede výpočet vah podle vzorce:

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

(4)

$j = 1, 2, \dots, n$, kde b_j odpovídá součtu stanovených bodů pro kritéria (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Saatyho metoda

Jedná se o metodu kvantitativního párového srovnání kritérií. Při párových srovnání se využívá 9-ti bodová stupnice. Lze využívat i mezistupně (2, 4, 6, 8).

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

(Fiala, Jablonský, Maňas, 1994)

Řešitel srovnává dvojice kritérií a velikost preference i -tého kritéria oproti j -tému kritérii, které zapíše do Saatyho matice $S = (s_{ij})$.

$$S = \begin{pmatrix} 1 & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ 1/s_{12} & 1 & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1/s_{1k} & 1/s_{12} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

$s_{ij} = 1$, když i -té kritérium a j -té kritérium jsou rovnocenné. Je-li i -té kritérium slabě preferováno před j -tým kritériem, je $s_{ij} = 3$. Je-li i -té kritérium silně preferováno před j -tým kritériem, je $s_{ij} = 5$. Pokud je i -té kritérium velmi silně preferováno, je $s_{ij} = 7$. Při absolutní preferenci je $s_{ij} = 9$. Když je j -té kritérium preferováno před i -tým kritériem, hodnota se převrátí a zapíše do Saatyho matice. To znamená, že při absolutní preferenci je $s_{ij} = 1/9$ a například při velmi silné preferenci je $s_{ij} = 1/7$.

Čtvercová matice je řádu $n \times n$, kde platí, že $s_{ij} = 1/s_{ji}$. Všechna kritéria jsou si sami sobě rovnocenná. Z toho vyplývá, že v diagonále Saatyho matice jsou hodnoty 1.

Nejčastější postup pro výpočet vah používá normalizovaný geometrický průměr řádků Saatyho matice. Tento výpočet nazýváme metodou logaritmických nejmenších čtverců.

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

(6)

Váhy jsou vypočteny normalizací hodnot b_i (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

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

(7)

1.5 Metody pro výběr kompromisní varianty

1.5.1 Metody nevyžadující informaci o preferenci kritérií

Bodovací metoda a metoda pořadí

Pokud rozhodovatel při řešení problému nezná preference kritérií, je vhodné použít pro výběr kompromisní varianty metodu pořadí nebo bodovací metodu. Jsou známy pouze preference variant a jejich jednotlivá kritéria.

Nejprve řešitel ohodnotí všechny varianty podle kritéria hodnotou b_{ij} . U metody pořadí hodnotí jednotlivé varianty čísly od 1 do m . U metody bodovací řešitel použije bodovou stupnici pro kvantifikaci informací například od 1 do 10., kde 10 je nejlepší ohodnocení.

Dále je vypočítán součet jednotlivých hodnot variant podle vzorce:

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

(8)

Další krok spočívá v uspořádání variant sestupně podle přiřazených hodnot b_i . Nejlepší varianta je vybrána podle vztahu, kde $i = 1, \dots, s$.

$$a_I : b_I = \max (b_i)$$

(9)

Pokud je cílem výběr více možných variant, vybírá jí se varianty s nejvyšším ohodnocením podle hodnot b_i . Varianty se uspořádají podle b_i vzestupně, jestliže je nejlepším ohodnocením varianty 1 (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

1.5.2 Metody vyžadující aspirační úrovně kritérií

Metody pracující s nominální informací o preferencích mezi kritérii netransformují informace uživatele do podoby váhového vektoru pro vyjádření relativní důležitosti kritérií. Pomocí aspirační úrovně je vyjádřena informace o preferenci kritérií. Pokud jsou známy aspirační hodnoty kritérií a zároveň kardinální ohodnocení variant podle kritérií, je možné využít tento typ metod.

Metody porovnávají kritériální hodnoty variant s aspiračními úrovněmi kritérií. Množina variant se rozdělí na dvě skupiny. Do první skupiny se přidělí neefektivní varianty, které jsou horší kritériální hodnoty než stanovené meze. Do druhé skupiny budou patřit efektivní varianty, které mají lepší kritériální hodnoty, než jsou nastavené meze.

Jediná kompromisní varianta se stanoví dostatečným zpřísněním aspiračních úrovní. Může se vyskytnout případ, kdy nevyhovuje žádná varianta při takto nastaveným hodnotám aspirační úrovně kritérií. Řešením je uvolnit aspirační úrovně některých kritérií. Konjunktivní a disjunktivní metoda je dále konkrétně rozepsána v následující části. Další metodou, která vyžaduje aspirační úroveň kritérií je metoda PRIAM.

Konjunktivní a disjunktivní metoda

Pomocí konjunktivní a disjunktivní metody se určí množiny efektivních variant podle aspiračních úrovní kritérií. U konjunktivní metody se připustí ty varianty, které splní aspirační úrovně, kde z_j je minimální stanovené ohodnocení varianty podle j -tého kritéria.

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

(10)

U disjunktivní metody se připustí pouze varianty, které splní alespoň jeden požadavek.

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

(11)

Množina efektivních variant bude prázdná, jestliže jsou požadavky aspiračních úrovní až moc vysoké a přísné. Potom je potřeba uvolnit některé stanovené aspirační úrovně. Množina efektivních variant bude rozsáhlá, pokud jsou požadavky aspiračních úrovní až

příliš volné. V takové situaci je potřeba zadat přísnější aspirační úrovně. Výhodou této metody je možnost analýzy efektivní varianty, kde varianty mají různé hodnoty aspiračních úrovní. V metodě PRIAM je formalizován interaktivní přístup (Šubrt a kolektiv, 2011).

1.5.3 Metody vyžadující ordinální informace

Pro tyto metody, které pracují s informací ordinální, je důležité znát pořadí preferencí kritérií a jednotlivých variant. Nejpoužívanějšími metodami vyžadující ordinální informaci jsou lexikografická metoda a metoda ORESTE. Lexikografická metoda je konkrétněji rozepsána v následujícím odstavci.

Lexikografická metoda

Nejdůležitější kritérium při lexikografické metodě má největší vliv na zvolení kompromisní varianty. Nejlepší varianta se vybírá podle nejlepších zadaných hodnot kritérií. Pokud existují varianty, které jsou hodnoceny stejně podle nejvlivnějšího kritéria, vychází se z druhého nejdůležitějšího kritéria. Jestliže však nastane stejná situace, jako u prvního kritéria tzn., že existuje více stejných variant, přechází se na třetí nejdůležitější kritérium. Tímto způsobem se pokračuje dále, dokud není vybrána jedna varianta anebo se nevyčerpají všechna příslušná kritéria. Nejlepší varianty jsou všechny, které jsou stejně ohodnoceny po zařazení konečného kritéria (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

1.5.4 Metody vyžadující kardinální informaci

Metody tohoto typu fungují na základě existence informace kardinální o kritériích ve formě vah a na základě variant ve formě kritériální matice. K vyhodnocování variant jsou k dispozici tři přístupy podle maximalizace užitku, minimální vzdálenosti od ideální varianty a preferenční relace. V následující části práce budou uvedeny zástupci z jednotlivých skupin metod.

Metody založené na výpočtu hodnot funkce užitku

U každé varianty se předpokládá možnost maximalizace užitku, kterou by varianty mohli přinést. Užitek se vyčíslí od 0 do 1. V první kroku se stanoví dílčí funkce užitku pro každé kritérium. Hodnoty dílčí funkce užitku nahradí kardinální hodnocení variant. Když hodnota dílčí funkce užitku je rovna jedné, tak varianta podle kritéria nabývá hodnotu

ideální. Pokud hodnota dílčí funkce užitku je rovna nule, znamená to, že varianta nabývá hodnotu bazální. Rozlišují se 3 typy funkcí užitku.

- Lineární funkce užitku
- Progresivní funkce užitku
- Degresivní funkce užitku

(Šubrt a kolektiv, 2011)

Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu vychází z maximalizace užitku za předpokladu pouze lineární funkce užitku. Stanovuje celkové hodnocení každé varianty, proto ji lze použít pro hledání nejlepší varianty i pro uspořádání od nejlepší až po nejhorší variantu. Na základě lineární funkce lze vyjádřit užitek, který přináší uživateli varianta a_i podle kritéria j hodnoty y_{ij} . Celkovému užitku odpovídá předpis, kde v_j jsou váhy kritérií a u_j jsou dílčí funkce užitku kritérií.

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

(12)

Postup metody váženého součtu

- 1) Převedení minimalizačních kritérií na maximalizační např. podle vzorce, kde $i = 1, \dots, m$.

$$y_{ij} = \max(y_{ij}) - y_{ij}$$

(13)

Tímto vztahem se pro každou variantu stanoví ohodnocení, o kolik je varianta lepší než nejhorší varianta podle daného kritéria. Pro přehlednost se tato transformovaná matice kritérií označí Y .

- 2) Určení ideální varianty H s označením (h_1, \dots, h_n) a bazální varianty D s označením (d_1, \dots, d_n) .
- 3) Vytvoření standardizované kritériální matice R , která vychází z následujícího vzorce.

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j}$$

(14)

- 4) Vypočtení agregované funkce užitku pro každou variantu podle vzorce uvedeného níže.

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

(15)

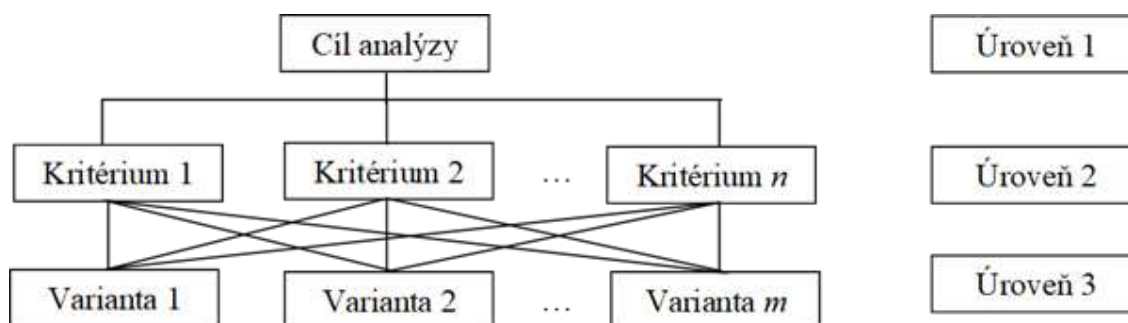
- 5) Na konec seřazení variant podle hodnot sestupně $u(a_i)$. Za řešení problému jsou považovány varianty s nejvyššími hodnotami užitku. (Brožová, Houška, Šubrt, 2003)

Metoda AHP

Zkratka AHP znamená analyticky hierarchický proces. Metoda AHP pomáhá zjednodušit a zrychlit proces rozhodování ve složitých situacích. Jedná se o vytvoření hierarchického systému problému, který rozloží složité nestrukturované situace na jednodušší komponenty. Pomocí Saatyho metody kvantitativního párového porovnání se na každé úrovni vyjadřuje důležitost kvantitativní charakteristiky jednotlivým komponentám. Spojením hodnocení je stanovena komponenta s nejvyšší prioritou, na kterou se řešitel zaměří v rámci vyřešení rozhodovacího problému. Metoda je vhodná pro různé typy informace o preferencích mezi jednotlivými komponentami modelu. Důležitou podmínkou je, aby řešitel uměl z této informace stanovit intenzitu a směr preference mezi páry komponent.

Hierarchická struktura je struktura lineární, která obsahuje několik úrovní. Každá úroveň obsahuje prvky. Jednotlivé úrovně se uspořádávají od obecných prvků až po konkrétní prvky. Prvky obecnější zaujímají v hierarchii vyšší úroveň, a naopak prvky konkrétnější zastávají úroveň nižší. V hierarchii je možno určitým způsobem kvantifikovat intenzitu vzájemného působení prvků. Na nejvyšší úrovni hierarchie je pouze jeden prvek, který stanovuje cíl analýzy nebo vyhodnocování. Tento prvek má hodnotu jedna, která se dále přerozděluje do druhé úrovně mezi všechny prvky. Tímto způsobem se hodnota jednotlivých prvků rozděluje do nižších úrovní, dokud se ohodnocení prvků nedostane až na nejnižší stupně (Šubrt a kolektiv, 2011).

Obrázek 5: Hierarchická struktura typické úlohy vícekritériální analýzy variant



Zdroj: Šubrt a kolektiv, 2011

1.5.5 Metody založené na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty

Metoda TOPSIS

Posouzení varianty podle vzdálenosti od bazální a ideální varianty. Metoda využívá kardinálního ohodnocení variant podle vah a jednotlivých kritérií.

Postup:

- 1) Převedení minimalizačního kritéria na maximalizační podle vzorce:

$$y_{ij} = -y_{ij} \quad (16)$$

- 2) Sestavení normalizované kritériální matice $R = (r_{ij})$ podle vztahu uvedeného níže.

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

Pro vektory jednotkové délky odpovídají sloupce matice R .

- 3) Vypočtení normalizované vážené kritériální matice $W = (w_{ij})$ podle vzorce:

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

- 4) Určení ideální varianty h s označením (h_1, \dots, h_m) a bazální varianty d s označením (d_1, \dots, d_m) v rámci hodnot matice W .
- 5) Vypočtení vzdáleností všech variant od ideální a bazální varianty.

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - h_j)^2}$$

(19)

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - d_j)^2}$$

(20)

- 6) Spočítání relativního ukazatele vzdálenosti variant od bazální varianty podle vztahu.

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$$

(21)

Výsledné hodnoty jsou v rozmezí od 0 do 1, kde bazální varianta nabývá hodnotu 0 a ideální varianta nabývá hodnotu 1.

Podle hodnot c_i následuje sestupné seřazení variant. Za řešení problému jsou považovány potřebné počty variant s nejvyššími hodnotami (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

1.5.6 Metody založené na vyhodnocování preferenční relace

Do této kategorie patří metoda ELECTRE I a metoda PROMETHEE.

1.5.7 Metody pro práci s informací o mezní míře substituce kriteriálních hodnot

Metody využívají informace o mezní míře substituce kriteriálních hodnot variant. Jedná se o speciální typ informace. V ekonomických teoriích je definován pojem mezní míra substituce, ve kterých se využívá pro stanovení vztahu mezi dvěma statky. Pomocí statků jsou uspokojeny potřeby spotřebitele. V problému vícekriteriální analýzy variant se mezní míra substituce používá pro vyjádření vztahu mezi hodnotami kritérií.

„Indiferenční křivka je množina všech bodů, které vyjadřují takové kombinace kritériálních hodnot, které řešitel považuje z hlediska preference za rovnocenné.“ (Brožová, Houška, Šubrt, 2003 str. 44)

Na základě množiny indiferenčních křivek vznikne mapa křivek.

„Mezní míra substituce je poměr, v němž je možné nahradit pokles hodnoty varianty podle jednoho kritéria růstem hodnoty druhého kritéria tak, aby celková preference varianty zůstala nezměněna.“ (Brožová, Houška, Šubrt, 2003 str. 45)

Metoda postupné substituce pracuje s informací o mezní míře substituce kritériálních hodnot (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Vlastní práce

1.6 Problémová situace

Akciová společnost C. P. E. OPUS Prague rozšiřuje výrobní sortiment o balistické vesty pro odběratele útvaru rychlého nasazení. Cílem vlastní práce je výběr nejlepšího dodavatele stuhového uzávěru podle stanovených kritérií firmy. Pro výrobu vest firma poptává stuhový uzávěr u čtyř různých dodavatelů. Stuhový uzávěr hovorově suchý zip je tvořen dvojicí tkaných pásků, které se našívají na oděv v místě požadovaného spojení. Jeden pásek má povrch pokrytý drobnými háčky a druhý jemnými smyčkami. Tato bakalářská práce je zaměřena na háčkový typ suchého zipu o rozměru 50 mm. Na základě výběru z více možných variant pomocí zvolených metod vícekriteriálního rozhodování bude stanoven nejlepší výrobce materiálu. Dodavatel, který nejlépe odpovídá stanoveným požadavkům, bude doporučen firmě.

1.6.1 Profil C. P. E. OPUS Prague a. s.

Společnost sídlí v Praze 5 a na trhu působí od roku 1923. Společnost je zapsána v obchodním rejstříku vedeném Městským soudem v Praze v oddílu B, vložka 1070. Zpočátku se specializovala na výrobu koňských strojů a výrobky pro jezdecký sport. Postupem času svůj výrobní program rozšířila o výrobu sportovních brašen a kletřů. V posledních více než 40 letech se zaměřuje hlavně na výrobu armádní a hokejové výstroje a na další příbuzné sporty. Společnost je plátce DPH. Podnik má jednu výrobní, která se nachází nedaleko Prahy v Neratovicích. Hotové výrobky se posílají a uskladňují ve skladu v Praze, kde se také nachází podniková prodejna a kanceláře. Doprava Vobořil zajišťuje přepravení výrobků z výrobní do skladu. Firma zaměstnává 24 pracovníků.

Výběr nejvhodnějšího dodavatele ve společnosti zajišťuje vedoucí zásobování. Pracovnice vybírá dodavatele pomocí bodovací metody. Ke zjednodušení práce má pracovnice daný dotazník, který vyplňuje na základě této metody. Dotazník je přiložen v příloze. Alternativa s největším počtem bodů je zvolena za nejlepší variantu. Od této vybrané varianty společnost nakupuje materiál. Nejlepší variantou této problémové situace podle firmy C. P. E. OPUS Prague je KOH-I-NOOR WALDES a. s.

1.6.2 Kritéria

Konzultaci s vedoucí zásobování jsou stanoveny tyto nejdůležitější požadavky, podle kterých proběhne výběr dodavatele:

- Cena
- Termín dodání
- Pevnost
- Dodržení odpovídající šířky
- Osobní jednání

Cena

Cena je vyjádřena v korunách českých bez DPH za jeden metr materiálu. Kritérium ceny je z hlediska rozhodování firmy velmi důležité, proto bude mít největší váhu. Kritérium je minimalizačního charakteru.

Termín dodání

Kritérium je minimalizační. Termín dodání je vyjádřen ve dnech. Počet dnů je stanovený od vzniku objednávky.

Pevnost

Kritérium pevnost je posuzováno podle vzorků, které jsou zaslány společnosti od všech dodavatelů zdarma. Stuhový uzávěr je používán pro výstroj jednotky rychlého nasazení, proto je potřeba, aby byl dodržen parametr pevnosti. Firma vybere pouze kvalitní materiál. Kvalitu materiálu posuzuje vedoucí zásobování společně s vedoucí obchodního oddělení firmy podle obdržených vzorků. Kritérium je maximalizačního charakteru. V následující tabulce jsou slovně ohodnoceny jednotlivé varianty. Dále jsou v tabulce kvantifikovány hodnoty pomocí bodovací metody.

Tabulka 2: Pevnost

Výrobce	Pevnost	Body
BEDIMEX s. r. o.	vyhovující	7
KOH-I-NOOR WALDES, a. s.	vyhovující	7
Tesotex s. r. o.	slabší	4
YKK Czech spol. s r. o.	vysoká	10

Zdroj: vlastní zpracování, 2018

Dodržení šířky

Na trhu existuje několik druhů šířek uzávěru. V této modelové situaci je vybrán rozměr 50 mm materiálu. Je důležité, aby byla šíře dodržena, jinak firma musí upravit šíři na požadovanou velikost, což vede ke zdržení výroby a nedodržení termínu dodání výrobků k zákazníkovi. Dodržení odpovídající šířky opět posuzuje vedoucí zásobování společně s vedoucí obchodního oddělení firmy podle obdržených vzorků. Hodnoty jsou stanoveny v procentech, které stanovují, na kolik byla dodržena odpovídající šíře. Kritérium je maximalizačního charakteru.

Osobní jednání

Kritérium vychází z osobních zkušeností a spokojenosti firmy při jednání s jednotlivými výrobci. Společnost objednává u všech zmíněných dodavatelů ostatní potřebné materiály nebo již v minulosti s dodavateli obchodovala, proto je k dispozici toto subjektivní kritérium. S výrobcem komunikuje vedoucí zásobování, která ohodnotila kritérium například podle rychlé reakce na dotazy a požadavky, dále podle přístupu k řešení reklamací. Také hodnotila poskytnutí možných slev od dodavatele. Kritérium je slovně stanovené. K řešení problému je zapotřebí kardinálních informací. Pomocí bodovací metody je kritérium popsáno kvantitativně. Body jsou udělovány pomocí bodové stupnice od 1 do 10. 1 je nejhorší možné hodnocení, naopak 10 je hodnocení nejvýznamnější. U tohoto kritéria je požadováno nejlepší možné jednání s výrobcem, proto je kritérium maximalizační.

Tabulka 3: Osobní jednání

Výrobce	Osobní jednání	Max
BEDIMEX s. r. o.	vynikající	10
KOH-I-NOOR WALDES, a. s.	vynikající	10
Tesotex s. r. o.	nevyhovující	3
YKK Czech spol. s r. o.	dobré	9

Zdroj: vlastní zpracování, 2018

1.6.3 Varianty

BEDIMEX s. r. o.

Firma BEDIMEX s. r. o. je soukromá společnost založená v roce 1994 se zaměřením na obchodní činnost, která sídlí v Hronově. Firma v současné době nabízí kompletní servis a služby pro výrobce sportovní a kožené galanterie. Cílem společnosti je poskytnout všem zákazníkům odborný a profesionální servis při dodávkách materiálu na výrobu. Nabídku neustále rozšiřuje podle požadavků zákazníků včetně zajištění předvýroby, jako je dělení popruhů, lemovek, suchých zipů apod. Suché zipy jsou české produkce.

KOH-I-NOOR WALDES, a. s.

Akciová společnost byla v roce 1998 zapsána do obchodního rejstříku. Sídlo má v Praze 10 – Vršovice. Firma nabízí kompletní sortiment textilní galanterie, bytového textilu, šicí přípravy od jehly po podšívku, dodání širokého sortimentu dětského textilu od předních českých výrobců. Dále pak zajišťují realizaci komplexních dodávek hotelového textilu na klíč dle specifických požadavků zákazníka.

Tesotex s. r. o.

Společnost Tesotex s. r. o. vznikla zápisem do obchodního rejstříku v roce 2012. Tesotex s. r. o. sídlí v Praze 10 – Uhřetěves. Firma se specializuje na export suchých zipů po celé Evropě. V jejich nabídce jsou suché zipy našívací, samolepící i oboustranné. Na základě požadavku zajišťují i jiné druhy suchých zipů, různé výseky a jiné. Veškeré požadavky řeší individuálně a v co nejkratším čase.

YKK Czech spol. s r. o.

Společnost vznikla v roce 2003 zápisem do obchodního rejstříku. Firma sídlí v Modřicích. YKK Czech spol. s r. o. se zabývá výrobou a prodejem kovové či textilní galanterie. Jejich výrobní sortiment zahrnuje zdrhovadla, druky, spony, cvočky, zipy, patentky a knoflíky.

Varianty byly vyhledávány na webových stránkách dodavatelů, jako jsou bedimex.cz, waldes.cz a další.

V následující tabulce jsou zobrazeny kritériální hodnoty a jednotlivé varianty.

Tabulka 4: Varianty a kritéria

Výrobce	Cena bez DPH	Termín dodání	Pevnost	Dodržení šířky	Osobní jednání
BEDIMEX s. r. o.	15,10	4	vyhovující	100	vynikající
KOH-I-NOOR WALDES, a. s.	6,02	4	vyhovující	80	vynikající
Tesotex s. r. o.	6,50	1	slabší	30	nevyhovující
YKK Czech spol. s r. o.	10,76	12	vysoká	100	dobré

Zdroj: vlastní zpracování, 2018

1.7 Nalezení kompromisní varianty

Za výběr vhodného dodavatele je odpovědná vedoucí zásobování firmy. Po konzultaci s pracovníci jsou stanoveny váhy pro jednotlivá kritéria pomocí bodovací metody. Kritéria jsou ohodnocena body podle preferencí firmy. Body jsou rozděleny na základě bodové stupnice od 1 do 10. Nejdůležitějším kritériem pro společnost je cena. Toto kritérium je ohodnoceno 10. Dále pak druhým nejdůležitějším kritériem je pevnost ohodnoceno 9. Významným kritériem pro firmu je také dodržení odpovídající šířky, které odpovídá stanovené hodnotě 7. 4 je stanovena pro kritérium dodání ve dnech. Nejméně významným je osobní jednání, které je hodnoceno 3. Výsledky vah jsou matematicky zaokrouhleny na čtyři desetinná místa.

Tabulka 5: Stanovení vah

Stanovení vah metodou bodovací		
Cena	10	0,3030
Termín dodání	4	0,1212
Pevnost	9	0,2727
Dodržení šířky (%)	7	0,2121
Osobní jednání	3	0,0909
Celkem	33	1

Zdroj: vlastní zpracování, 2018

Graf 1: Grafické zobrazení stanovených vah kritérií



Zdroj: vlastní zpracování, 2018

Dále jsou kritéria rozlišena na maximalizační a minimalizační. Minimalizační kritéria jsou cena a dodání ve dnech. Naopak maximalizační kritéria jsou pevnost, dodržení odpovídající šířky a osobní jednání. Následující tabulka zobrazuje upravené kritériální hodnoty pomocí bodovací metody, jednotlivé stanovené váhy a funkce kritérií.

Tabulka 6: Kriteriaální tabulka

Výrobce	Cena bez DPH	Termín dodání	Pevnost	Dodržení šířky	Osobní jednání
BEDIMEX s. r. o.	15,10	4	7	100	10
KOH-I-NOOR WALDES, a. s.	6,02	4	7	80	10
Tesotex s. r. o.	6,50	1	4	30	3
YKK Czech spol. s r. o.	10,76	12	10	100	9
Váhy	0,3030	0,2727	0,1212	0,2121	0,0909
Funkce	min	min	max	max	max

Zdroj: vlastní zpracování, 2018

1.7.1 Výběr kompromisní varianty pomocí metody váženého součtu

První zvolenou metodou modelu je metoda váženého součtu. Nejprve jsou stanoveny ideální a bazální hodnoty variant. Poté je vypočtena standardizovaná kriteriaální matice podle rovnice 14.

Tabulka 7: Ideální a bazální hodnoty

Varianta	Cena bez DPH	Termín dodání	Pevnost	Dodržení šířky	Osobní jednání
H (ideální)	6,02	1	10	100	10
V (bazální)	15,10	12	4	30	3

Zdroj: vlastní zpracování, 2018

Další tabulka zobrazuje vypočtenou standardizovanou kriteriaální matici.

Tabulka 8: Standardizovaná kriteriaální matice

Výrobce	Cena bez DPH	Termín dodání	Pevnost	Dodržení šířky	Osobní jednání
BEDIMEX s. r. o.	0	0,7273	0,5	1	1
KOH-I-NOOR WALDES, a. s.	1	0,7273	0,5	0,7143	1
Tesotex s. r. o.	0,9471	1	0	0	0
YKK Czech spol. s r. o.	0,4780	0	1	1	0,8571
Váhy	0,3030	0,2727	0,1212	0,2121	0,0909
Funkce	min	min	max	max	max

Zdroj: vlastní zpracování, 2018

Pořadí variant podle metody váženého součtu

Pořadí variant je stanoveno pomocí vypočítaného užitku podle rovnice 15. Užitek s nejvyšší hodnotou je nejlepší možná varianta. Metodou váženého součtu je vybrána varianta KOH-I-NOOR WALDES, a. s. Výsledky jsou matematicky zaokrouhleny na čtyři desetinná místa.

Tabulka 9: Užitek

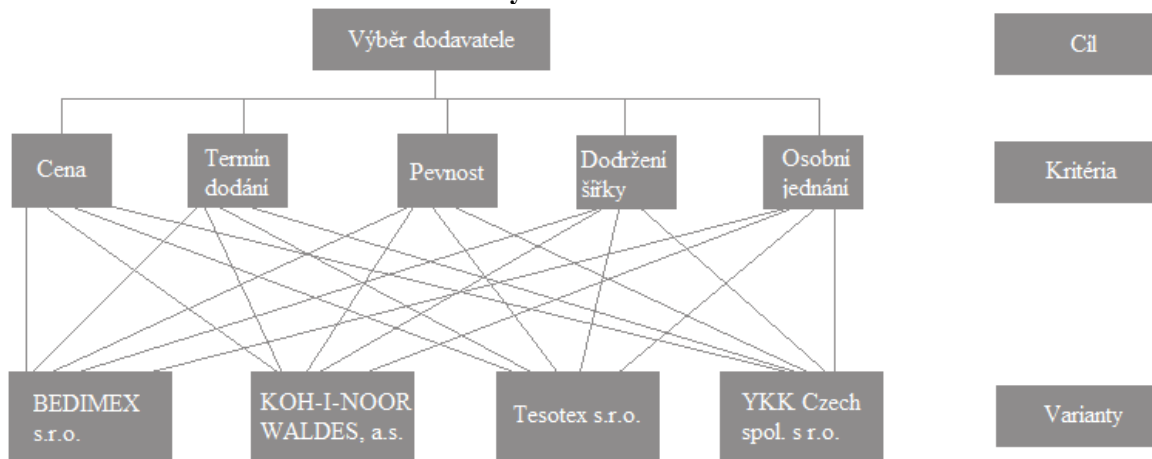
Varianta	Užitek	Pořadí
BEDIMEX s. r. o.	0,5620	2.
KOH-I-NOOR WALDES, a. s.	0,8044	1.
Tesotex s. r. o.	0,5597	3.
YKK Czech spol. s r. o.	0,5561	4.

Zdroj: vlastní zpracování, 2018

1.7.2 Výběr kompromisní varianty pomocí metody AHP

Druhou zvolenou metodou pro výběr dodavatele materiálu je metoda AHP. Nejprve je graficky zobrazena hierarchická struktura problému.

Obrázek 6: Hierarchická struktura úlohy



Zdroj: vlastní zpracování, 2018

Váhy mezi kritérii byly stanoveny bodovací metodou. Tyto váhy jsou použity pro další výpočty. Je nutno, porovnat poslední úroveň hierarchie, což jsou vztahy mezi variantami. Dále jsou prováděny výpočty pomocí Saatyho metody. Nejprve jsou stanoveny Saatyho matice, kde jsou porovnány varianty z hlediska jednotlivých kritérií. Ke každé

matici je vytvořen koláčový graf, který zobrazuje rozdělení vah variant pro dané kritérium. Váha je zobrazena vždy v první buňce nahoře vlevo.

První tabulka (Tabulka 10) uvádí míru preference mezi cenami jednotlivých dodavatelů stanovené autorkou práce. Například cena firmy Tesotex s. r. o. je velmi silně preferována před cenou firmy BEDIMEX s. r. o. R_j je vypočteno podle rovnice 6. Sloupec v_i je vyjádřen podle rovnice 7. u_{ij} je dán součinem v_i a váhou daného kritéria.

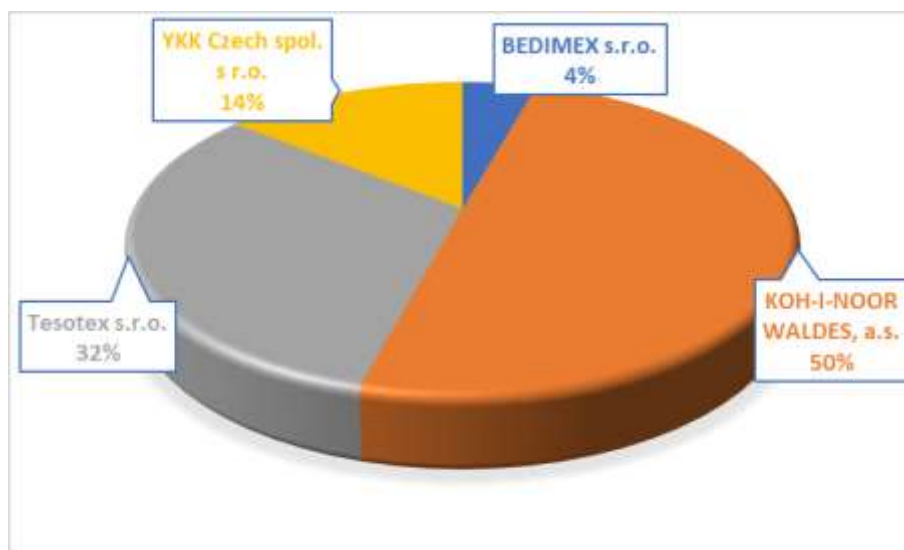
Vzhledem k dlouhým názvům firem jsou použity v hlavičkách následujících tabulek zkratky. Zkratka vyjadřuje první písmeno názvu firmy. Například BEDIMEX s. r. o. má označení písmenem B.

Tabulka 10: Saatyho matice pro kritérium cena

0,303	B	K	T	Y	R_j	v_i	u_{ij}
BEDIMEX s. r. o.	1	0,125	0,143	0,2	0,244	0,043	0,013
KOH-I-NOOR WALDES, a. s.	8	1	2	4	2,828	0,498	0,151
Tesotex s. r. o.	7	0,5	1	3	1,800	0,317	0,096
YKK Czech spol. s r.o.	5	0,25	0,333	1	0,803	0,142	0,043

Zdroj: vlastní zpracování, 2018

Graf 2: Rozdělení váhy kritéria cena mezi jednotlivé varianty



Zdroj: vlastní zpracování, 2018

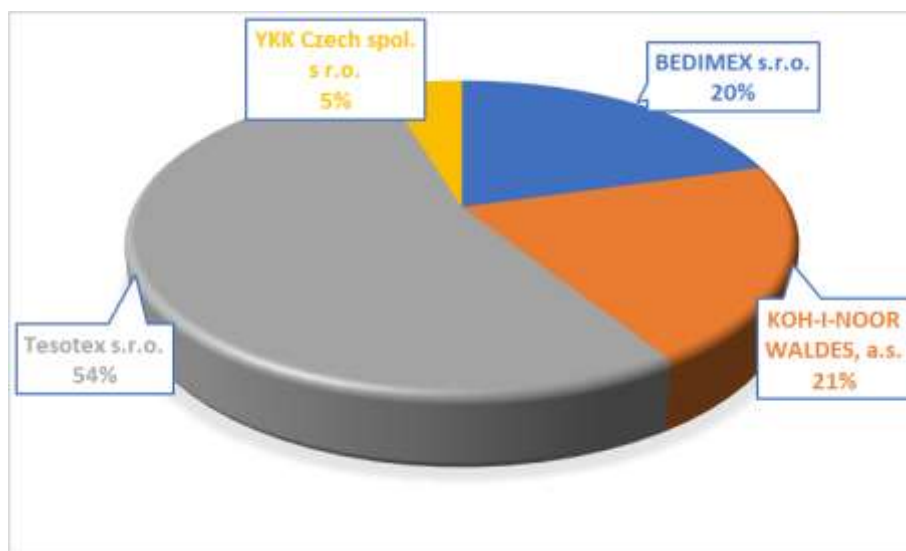
V druhé tabulce jsou uvedeny míry preferencí mezi termíny dodání. Dále jsou v tabulce vypočteny geometrické průměry řádků Saatyho matice. Váhy jsou stanoveny normalizací hodnot ve sloupci v_i . Ve sloupci u_{ij} jsou spočteny součiny mezi v_i a váhou termínu dodání 0,2727.

Tabulka 11: Saatyho matice pro kritérium termín dodání

0,2727	B	K	T	Y	R_i	v_i	u_{ij}
BEDIMEX s. r. o.	1	1	0,333	5	1,136	0,205	0,056
KOH-I-NOOR WALDES, a. s.	1	1	0,333	5	1,136	0,205	0,056
Tesotex s. r. o.	3	3	1	9	3	0,542	0,148
YKK Czech spol. s r. o.	0,2	0,2	0,111	1	0,258	0,047	0,013

Zdroj: vlastní zpracování, 2018

Graf 3: Rozdělení váhy kritéria termín dodání mezi jednotlivé varianty



Zdroj: vlastní zpracování, 2018

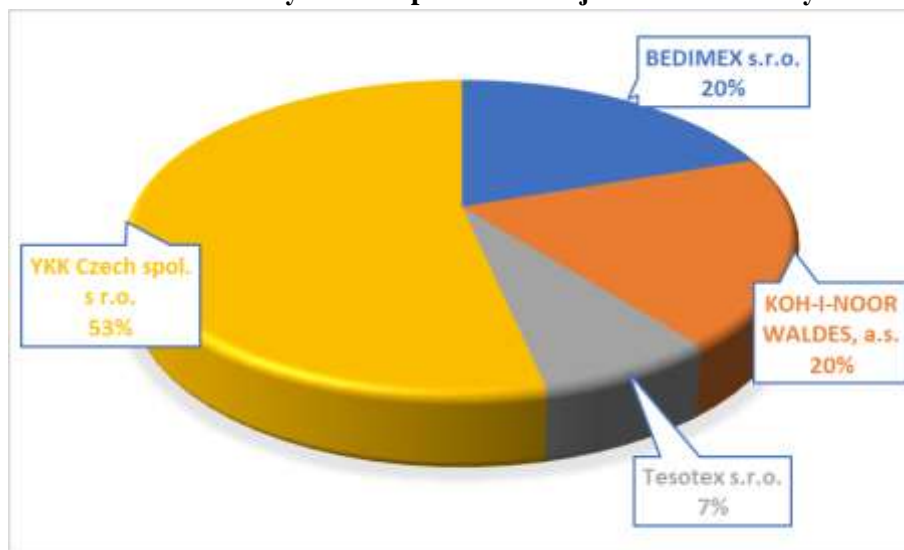
V tabulce uvedené níže je použitý stejný postup jako u předchozích kritériích pro kritérium pevnost.

Tabulka 12: Saatyho matice pro kritérium pevnost

0,1212	B	K	T	Y	R_i	v_i	u_{ij}
BEDIMEX s. r. o.	1	1	3	0,333	1	0,197	0,024
KOH-I-NOOR WALDES, a. s.	1	1	3	0,333	1	0,197	0,024
Tesotex s. r. o.	0,333	0,333	1	0,167	0,369	0,073	0,009
YKK Czech spol. s r. o.	3	3	6	1	2,711	0,534	0,065

Zdroj: vlastní zpracování, 2018

Graf 4: Rozdělení váhy kritéria pevnost mezi jednotlivé varianty



Zdroj: vlastní zpracování, 2018

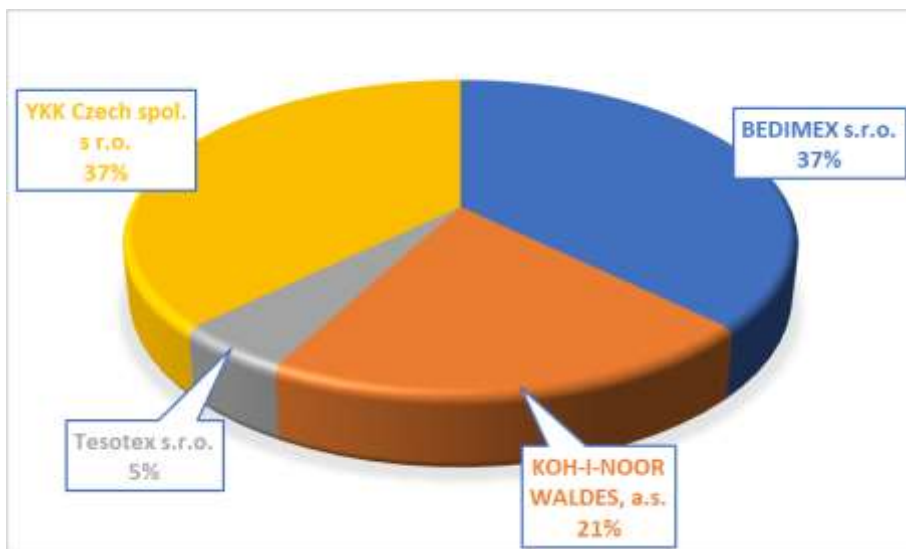
Následující tabulka zobrazuje podíl hodnot variant pro kritérium dodržení šířky.

Tabulka 13: Saatyho matice pro kritérium dodržení šířky

0,2121	B	K	T	Y	R_i	v_i	u_{ij}
BEDIMEX s. r. o.	1	2	7	1	1,934	0,374	0,079
KOH-I-NOOR WALDES, a. s.	0,5	1	5	0,5	1,057	0,204	0,043
Tesotex s. r. o.	0,143	0,2	1	0,143	0,253	0,049	0,010
YKK Czech spol. s r. o.	1	2	7	1	1,934	0,374	0,079

Zdroj: vlastní zpracování, 2018

Graf 5: Rozdělení váhy kritéria dodržení šířky mezi jednotlivé varianty



Zdroj: vlastní zpracování, 2018

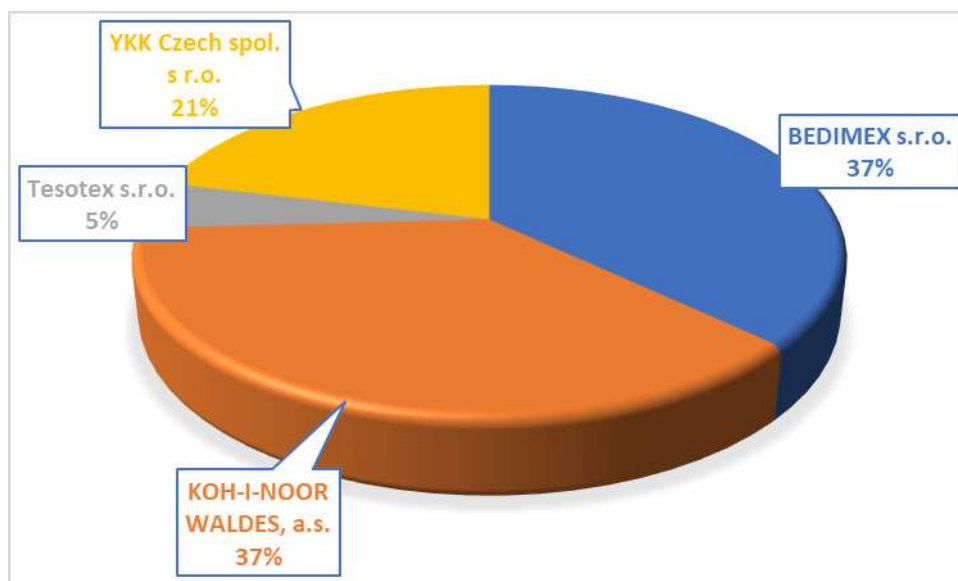
Stejně je také provedena tabulka u kritéria osobní jednání.

Tabulka 14: Saatyho matice pro kritérium osobní jednání

0,0909	B	K	T	Y	R_i	v_i	u_{ij}
BEDIMEX s. r. o.	1	1	7	2	1,934	0,371	0,034
KOH-I-NOOR WALDES, a. s.	1	1	7	2	1,934	0,371	0,034
Tesotex s. r. o.	0,143	0,143	1	0,167	0,241	0,046	0,004
YKK Czech spol. s r. o.	0,5	0,5	6	1	1,107	0,212	0,019

Zdroj: vlastní zpracování, 2018

Graf 6: Rozdělení váhy kritéria osobní jednání mezi jednotlivé varianty



Zdroj: vlastní zpracování, 2018

Konečné seřazení variant je získáno součtem dílčích hodnocení variant podle jednotlivých kritérií. Následující tabulka zobrazuje pořadí dodavatelů.

Tabulka 15: Pořadí variant podle metody AHP

Varianta	Součet	Pořadí
BEDIMEX s. r. o.	0,206	4.
KOH-I-NOOR WALDES, a. s.	0,308	1.
Tesotex s. r. o.	0,267	2.
YKK Czech spol. s r. o.	0,219	3.

Zdroj: vlastní zpracování, 2018

Metoda AHP nejlépe hodnotí variantu KOH-I-NOOR WALDES, a. s. Druhou nejlepším variantou je Tesotex s. r. o. Nejhorší variantou je pak BEDIMEX s. r. o. Veškeré hodnoty v tabulkách jsou matematicky zaokrouhleny na tři desetinná místa.

Zhodnocení výsledků

Pomocí výpočtu metodou váženého součtu je nejlepším možným dodavatelem akciová společnost KOH-I-NOOR WALDES s hodnotou užítku 0,8044. Společnost vyrábí

a prodává stuhový uzávěr háček 50 mm za nejnižší cenu a vyhovující pevnost z možných zadaných variant. Druhou nejlepší variantou je BEDIMEX s. r. o., který má hodnotu užitku 0,5620. Společnost však dodává materiál za nejvyšší cenu, což by bylo pro podnik C. P. E. OPUS Prague a. s. neefektivní. Na třetím místě se umístila varianta Tesotex s. r. o., která dodává materiál s nižší cenou, ale kvalita stuhového uzávěru je nízká. Společnost dodržuje odpovídajíc šířku jen na 30 %, což je pro zadavatele nedostatečné. Pozitivem varianty je však rychlost dodání materiálu. Poslední variantou je YKK Czech spol. s r. o. s užitekem 0,5561. Dodavatel vyniká vysokou kvalitou materiálu, ale dodání stuhového materiálu je za 12 dní, což je negativem pro variantu.

Druhý výpočet je proveden pomocí metody AHP. Nejlepší nalezenou variantou je KOH-I-NOOR WALDES a. s. se součtem dílčích hodnocení variant 0,308. Nejlepší varianta získaná metodou AHP je shodná s nejlepší variantou metody váženého součtu. KOH-I-NOOR WALDES a. s. se umístila na první místě u obou použitých metod. BEDIMEX s. r. o. se u metody AHP umístila na posledním místě, ale u první zvolené metody umístila na druhé pozici. Cena nejlepší varianty je nejnižší ze všech variant. Pevnost je sice slabší oproti společnosti YKK Czech spol. s r. o., ale je vyhovující pro C. P. E. OPUS Prague a. s.

Akciové společnosti C. P. E. OPUS Prague je doporučeno pořízení materiálu od firmy KOH-I-NOOR WALDES a. s. Vedoucí zásobování stanovila také nejlepší variantu KOH-I-NOOR WALDES a. s. Výsledky se shodují. Materiál stuhový uzávěr typ háček 50 mm pro výrobu balistické vesty je nakupován od dodavatele KOH-I-NOOR WALDES a.s.

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo nalézt nejvhodnější řešení rozhodovacího problému ve výběru dodavatele pro akciovou společnost C. P. E. OPUS Prague. Na základě rozhodovací metody vícekriteriální analýzy byl vybrán nejlepší dodavatel stuhového uzávěru typ háček 50 mm. Společnosti je doporučena nejvhodnější varianta podle získaných výsledků.

V úvodu se autorka práce zabývá studiem literatury, které je využito v praktické části pro zpracování a následnému vyhodnocení situace. Vybranými metodami pro výpočty byly metoda váženého součtu a metoda AHP. V teoretické části práce jsou definovány základní pojmy vícekriteriálního rozhodování. Dále jsou popsány metody pro konstrukci vah. Následně jsou charakterizovány metody pro výběr kompromisní varianty. Největší pozornost je věnována metodě váženého součtu a metodě AHP, které jsou použity v praktické části práce.

V praktické části jsou nejprve představovány základní informace o společnosti. Dále jsou popsány specifikace požadavků. Požadavky pro výběr dodavatele byli poskytnuty odpovědnou pracovnící ve společnosti C. P. E. OPUS Prague. Pracovnice stanovila subjektivní kritéria pomocí bodovací metody. Dále jsou představeny potencionální varianty. Pomocí bodovací metody jsou stanoveny váhy pro jednotlivá kritéria. Metodou váženého součtu je vypočtena nejlepší varianta. Nalezenou kompromisní variantou je KOH-I-NOOR WALDES, a. s. Druhou zvolenou metodu AHP se došlo ke stejným výsledkům jako u přechozí zvolené metody. Nejlepší varianta dodává materiál za nejnižší cenu ze všech alternativ. Dodavatel je doporučen akciové společnosti C. P. E. OPUS Prague.

Využívání metod při rozhodovacích procesech je přínosem, protože díky metodám vícekriteriálního rozhodování lze snadněji a přesněji zjistit nejlepší řešení problému. Aplikace metod vícekriteriální analýzy variant pro výběr nejvhodnějšího dodavatele je pro akciovou společnost efektivní a do budoucna úsporné.

Seznam použitých zdrojů

BROŽOVÁ, Helena, Milan HOUŠKA a Tomáš ŠUBRT. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Praha: Credit, 2003. ISBN 80-213-1019-7.

FIALA, Petr a Miroslav MAŇAS. *Vícekriteriální rozhodování: Určeno pro stud. vše fak.* Praha: Vysoká škola ekonomická, 1994. ISBN 80-7079-748-7.

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

ZÍSKAL, Jan a Jaroslav HAVLÍČEK. *Ekonomicko matematické metody I: studijní texty pro distanční studium*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 1998. ISBN 80-213-0462-6.

Bedimex s.r.o. *Bedimex - trezory, trezory na zbraně, suché zipy a technické materiály* [online] [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.bedimex.cz/>

KOH-I-NOOR WALDES, a.s. *KOH-I-NOOR WALDES, a.s.* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.waldes.cz/>

Obchodní rejstřík firem. *Obchodní rejstřík firem* [online]. [cit. 13.03.2018]. Dostupné z: <http://obchodnirejstrik.cz/>

Tesotex - velkoobchod textilní galanterie. *Tesotex - velkoobchod textilní galanterie* [online]. [cit. 05.03.2018]. Dostupné z: <http://www.tesotex.cz/>


VHV Opus PRAHA. *C.P.E. OPUS Prague a.s.* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <http://www.vhv-opus.cz/>

YKK Europe. *YKK Europe* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <http://www.ykkeurope.com/>

YKK Group. *YKK Group* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/YKK_Group

Přílohy

Příloha č. 1 – Dotazník - hodnocení dodavatelů



Hodnocení dodavatelů

Strana	1/1
Změna	0
Identifikační číslo	FS-7-414
Účinnost od:	01.01.2008

Jméno hodnotitele:		
Dodavatel		
Obchodní jméno firmy		
Adresa		
PSC	ICO	DIČ
Období:	Počet dodávek (ks):	Objem dodávek (ks)
Druh zboží:		
Kritéria		
1. Plnění termínu dodání	Pod 60 % v termínu Do 80% dodávek v termínu Vždy v termínu	2 1 0
2. Kompletnost dodávky	Pod 90 % kompletní Do 90 % kompletní Vždy kompletní	2 1 0
3. Kvalita zboží (funkčnost zboží)	Nizká – pod 20 % nefunkční Do 20 % nefunkční Do 10 % nefunkční Vždy 100 % funkční zboží	3 2 1 0
4. Počet reklamací (% z celkového počtu odebraného zboží)	Nad 5% reklamací Do 5 % reklamací 0 % reklamací	2 1 0
5. Přístup k řešení reklamací	Vůbec neřeší reklamace Nad 1 měsíc Řeší s výhradami Bez problémů	3 2 1 0
6. Přizpůsobivost operativním změnám	Ne Obvykle ano Ano	2 1 0
8. Cena zboží ve vztahu ke konkurenci	Vysoká Vyhovující Nizká	2 1 0
9. záruční doba na dodané zboží	Vysoká Vyhovující Nizká	2 1 0
10. Dodavatel jiným způsobem dokládá svůj pozitivní vztah k životnímu prostředí (prohlášení o ekologické nezávadnosti produktů apod.)	Ne Ano	0 4
Celkem bodů:		

Celkový počet bodů	Typ dodavatele
0 – 5	A – plně způsobilý
6 – 10	B – podmíněčně způsobilý
Nad 11	C – nezpůsobilý

Doporučení pro další spolupráci:

.....

.....

V Dne

Podpis hodnotitele

Zdroj: C. P. E. OPUS Prague, 2008