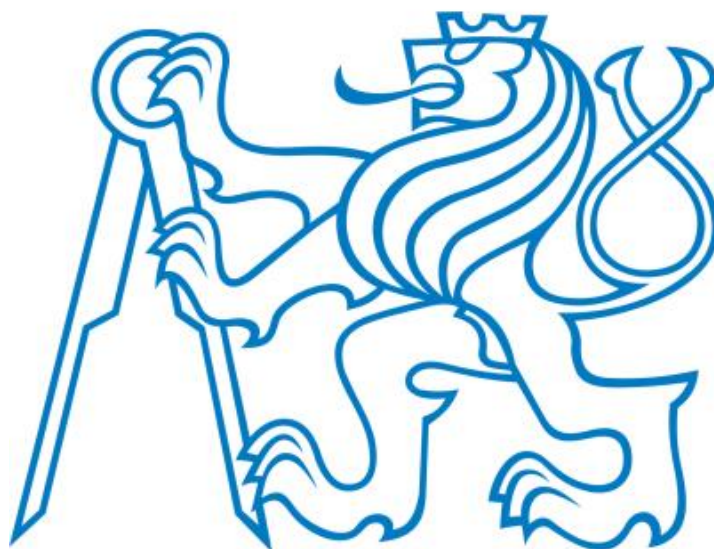


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

Fakulta strojní

**Ústav řízení a ekonomiky podniku**



**Uplatnění vícekriteriálního rozhodování ve společnosti**

**FOINIA, spol. s.r.o.**

Bakalářská práce

Praha 2015

Nikola Furišová

Seznam doporučené literatury:

GROS, Ivan. *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*, Praha: Grada, 2003. 432 s. ISBN 80-247-0421-8

ŽÁČEK, Vladimír. *Management podniku*. Vydání první. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2009. 204 s. ISBN 978-80-01-04370-7

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Bc. Ladislav Vaniš**  
Konzultant: Ing. František Kovář

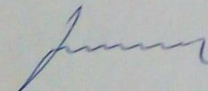
Datum zadání bakalářské práce: **30. 4. 2015**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **19. 6. 2015**

Neodevzdá-li student bakalářskou práci včas, je povinen tuto skutečnost předem písemně zdůvodnit, pokud bude omluva (předaná prostřednictvím studijního oddělení děkanovi) děkanem uznána, určí děkan studentovi náhradní termín konání státní závěrečné zkoušky (zůstávají dva termíny SZZ). Pokud tuto skutečnost student řádně neomluví, nebo omluva nebude děkanem uznána, určí děkan studentovi termín pro opakování státní závěrečné zkoušky. SZZ je možné opakovat pouze jednou (SZŘ čl. 22, odst. 3, 4)

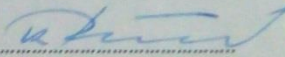
*Bakalant bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.*

Zadání bakalářské práce převzal dne: *30. 5. 2015*

*Nikola Faust*  
bakerant

  
prof. Ing. František Freiberg, CSc.  
vedoucí ústavu



  
prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.  
děkan

V Praze 5. března 2015

### Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci zpracovala samostatně a použila jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 19.6.2015

.....

podpis autora

## Poděkování

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu práce Ing. Bc. Ladislavu Vanišovi za cenné rady a odborné vedení při psaní bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala Ing. Františku Kovářovi a zaměstnancům společnosti FOINIA s.r.o. za pomoc a poskytnuté podklady.

## Anotace

Předmětem bakalářské práce je návrh na zavedení metody vícekriteriálního rozhodování ve společnosti FOINIA s.r.o. První část je teoretická a obsahuje popis vícekriteriálního rozhodování a jeho jednotlivých metod. Ve druhé části, která je analytická, je zdůvodněna potřeba aplikace vícekriteriálního rozhodování v dané společnosti. A v poslední, návrhové části je konkrétní problém řešen vybranou metodou vícekriteriálního rozhodování a jsou shrnuty výsledky.

## Abstrakt

The subject of this thesis deals with application of method of multi-criteria decision making in the company FOINIA Ltd. The first part is theoretical and contains a description of multi-criteria decision-making and its various methods. The second part deals with a need of application of multi-criteria decision-making in the company. And in the last part, there is a specific problem solved by the chosen method of multi-criteria decision making and the results are summarized.

## Klíčová slova

vícekriteriální rozhodování, rozhodovatel, kritéria, váhy, varianty, hodnocení

## Key words

multicriteria decision making, decision maker, criteria, alternatives, evaluation

## Obsah

|   |    |
|---|----|
| Úvod .....  | 7  |
| 2. Teoretická část .....  | 8  |
| 2.1. Úvod do problematiky vícekriteriálního rozhodování.....                | 8  |
| 2.2. Popis metod vícekriteriálního hodnocení .....                          | 9  |
| 2.2.1. Metody stanovení vah kritérií .....                                  | 10 |
| 2.2.1.1. Metody přímého stanovení vah kritérií .....                        | 13 |
| 2.2.1.2. Metody stanovení vah kritérií založené na párovém srovnávání ..... | 13 |
| 2.2.1.3. Metoda postupného rozvrhu vah .....                                | 15 |
| 2.2.1.4. Stanovení vah kompenzační metodou.....                             | 15 |
| 2.2.2. Metody vícekriteriálního hodnocení variant.....                      | 16 |
| 2.2.2.1. Vícekriteriální funkce užitku za jistoty.....                      | 17 |
| 2.2.2.2. Jednoduché metody vyhodnocení pořadí variant.....                  | 18 |
| 2.2.2.3. Metody založené na párovém srovnávání variant .....                | 22 |
| 3. Analytická část.....   | 24 |
| 3.1. Představení společnosti .....  | 24 |
| 3.2. Odůvodnění aplikace vícekriteriálního rozhodování.....                 | 25 |
| 3.3. Postup při aplikaci vícekriteriálního rozhodování .....                | 26 |
| 3.4. Postup při výběru kritérií.....  | 27 |
| 3.5. Vybrané varianty .....   | 33 |
| 4. Návrhová část.....   | 37 |
| 4.1. Hodnocení kritérií.....  | 38 |
| 4.2. Hodnocení variant .....  | 42 |
| 4.3. Řešení v tabulkovém procesoru .....                                    | 45 |
| 4.4. Vyhodnocení.....   | 48 |
| 5. Závěr .....  | 48 |
| 6. Bibliografie .....   | 50 |
| 7. Seznam literatury .....  | 51 |
| 8. Seznam obrázků .....   | 52 |
| 9. Seznam tabulek .....   | 53 |

# Úvod

Bakalářská práce se skládá z několika částí. V první části jsou teoreticky popsány metody vícekriteriálního rozhodování. V druhé části je představena společnost FOINIA s.r.o. a problém, který bude dále řešen pomocí vybrané metody vícekriteriálního rozhodování. V třetí části je na základě zvolené metody vybrána a obhájena nejvhodnější varianta řešení daného problému.

Cílem bakalářské práce je návrh možného způsobu řešení rozhodovacích problémů ve strojírenském podniku. Názornou ukázkou na konkrétním problému bude předvedeno, že aplikace vybrané metody vícekriteriálního rozhodování není příliš složitá, a že na základě jejích výsledků lze získat kvalitní podklady pro budoucí rozhodování.

Hlavním impulsem pro volbu daného tématu bakalářské práce bylo zjištění, že ve velké části, hlavně menších českých firem nejsou strategická rozhodnutí podložena výsledky, které nabízí teorie rozhodování. Velké množství vedoucích pracovníků jsou sice odborníci v oblasti výroby, ale chybí jim potřebné znalosti z oblasti manažerského rozhodování. Většina těchto pracovníků činí svá rozhodnutí buď na základě intuice, nebo na základě předchozích zkušeností. Tento model rozhodování se v současné době stává nedostačujícím a pro zefektivnění procesů výroby je nutné zdokonalení systému řízení. Jelikož rozhodování patří k základním aktivitám všech vedoucích pracovníků, je nutné zlepšit jeho kvalitu a to na všech úrovních.

Změna přístupu k manažerskému rozhodování s sebou přináší i změnu nároků na technické pracovníky. Tyto nároky se odráží i ve změně vzdělávacího systému, která se projevuje mimo jiné také zařazením ekonomických předmětů do vzdělávacích programů technicky zaměřených vysokých škol. Bylo by nepochybně přínosem, kdyby se tato skutečnost v budoucnu projevila i ve způsobu rozhodování a stylu řízení vedoucích pracovníků pracujících ve strojírenském průmyslu.

## 2. Teoretická část

### 2.1. Úvod do problematiky vícekriteriálního rozhodování

S problémy vícekriteriálního rozhodování se každý z nás velice často setkává i v každodenním životě a většinou si ani neuvědomujeme, že se jedná o tento typ úlohy. Přitom se nemusí jednat o rozhodování o problémech s celospolečenskými dopady (výběrové řízení státní instituce na důležitou a drahou zakázku), ale o rozhodovací problémy, které jsou nuceni řešit jednotliví lidé. Takovým rozhodnutím může být například výběr počítače pro domácí použití, výběr bankovního produktu pro uložení rodinných úspor, volba cestovní kanceláře pro zajištění dovolené a mnoho dalších, pro člověka více či méně důležitých, rozhodnutí.

Člověk, který není seznámen s oblastí vícekriteriálního rozhodování, činí rozhodnutí intuitivně. Tento přístup je vhodný zejména u problémů, kdy realizací jiného než nejlepšího řešení nevznikne podstatná škoda. Jedná se obvykle o rozhodnutí krátkodobého charakteru, rozhodnutí o vynaložení méně významných částek, o rozhodnutí vratná, apod.

Naproti tomu existují rozhodnutí, která mají zásadní vliv na celý život člověka. Rozhodování o profesní dráze, výběr školy a směru vzdělání svých dětí, vynakládání významných částek (nákup auta, rodinného domu, apod.), ale i například již zmíněná volba způsobu uložení volných peněžních prostředků (v souvislosti s možnými krachy bank, záložen, firem, jejichž akcie bychom chtěli držet, atd.), to všechno jsou rozhodnutí, která musíme velice vážít, stejně jako ostatní rozhodnutí, jejichž případné špatné důsledky lze jen těžko napravit.

Samostatnou problematikou je manažerské rozhodování v podnicích, případně ve veřejných funkcích. Je jasné, že čím důležitější je rozhodnutí pro podnik nebo společnost, tím pečlivější analýzu vyžaduje. Zvláště aktuální je řešení problémů při zadávání veřejných zakázek. Byť je většina výběrových řízení zadána v souladu s platnými zákony, při důsledném respektování zákonitostí a přístupů vícekriteriálního rozhodování by došlo k výraznému poklesu četnosti výskytu problémů při obhajobě rozhodnutí. Zúžil by se



prostor pro podávání protestů neúspěšných subjektů proti nekorektnosti výběrového řízení a odpovědní pracovníci by mohli účinněji čelit a vyvracet spekulace o korupci.

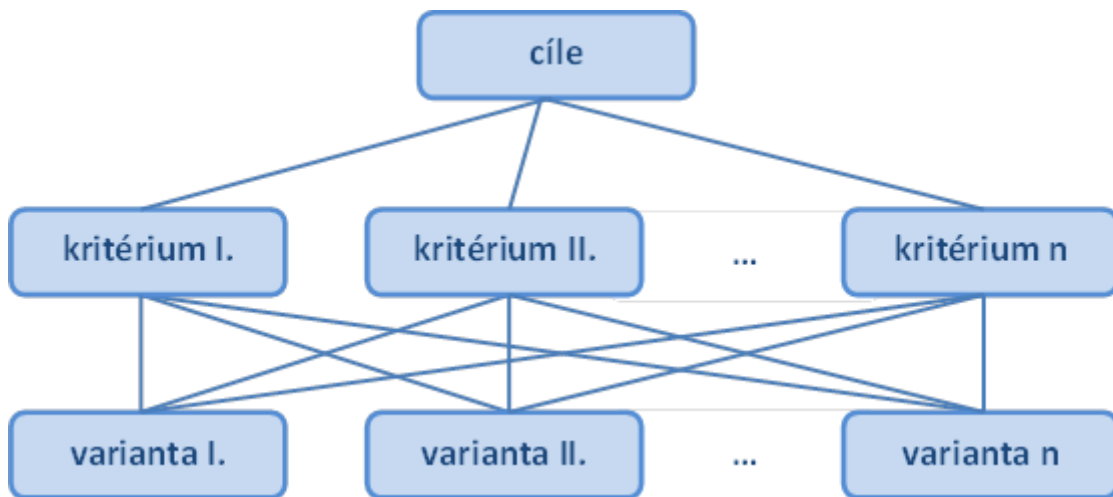
Modely vícekriteriálního rozhodování tedy zobrazují rozhodovací problémy, v nichž se důsledky rozhodnutí posuzují podle více kritérií. Zohlednění více kritérií při hodnocení vnáší do řešení problémů obtíže, které vyplývají z obecné protichůdnosti kritérií. Kdyby totiž všechna kritéria ukazovala na stejné řešení, stačilo by pro volbu nejvhodnějšího rozhodnutí jediné z nich. Účelem modelů v těchto situacích je buď nalezení “nejlepší” varianty podle všech uvažovaných hledisek, vyloučení neefektivních variant nebo uspořádání variant od nejvýhodnější po méně výhodné.

## **2.2. Popis metod vícekriteriálního hodnocení**

V úvodu této kapitoly si nejprve objasníme, jaké jsou hlavní výhody aplikace metod vícekriteriálního rozhodování. Hlavní předností je, že umožňují rozhodovateli posoudit danou problematiku z různých hledisek, která jsou obsažena v daném souboru kritérií, podle kterých je problematika posuzovaná. Další předností je, že rozhodovatel musí být schopen přesně formulovat vymezení daných kritérií a musí explicitně určit míru jejich důležitosti. Poslední předností je, že aplikace vybrané metody vícekriteriálního rozhodování činí celý rozhodovací proces transparentním a tím i srozumitelně reprodukovatelným ostatním účastníkům rozhodovacího procesu.

Než se začneme věnovat konkrétním teoretickým metodám, pro snadnější pochopení problematiky si nejprve stručně popíšeme proces aplikace vícekriteriálního rozhodování. Prvním bodem je určení konkrétního problému, který chceme pomocí metod vícekriteriálního rozhodování řešit. Po vymezení daného problému se stanoví, jaké jsou možné varianty řešení. Z těchto variant bude na konci procesu vybrána buď celkově nejvýhodnější, neboli optimální varianta, a zároveň budou varianty uspořádány podle jejich celkové výhodnosti, tím vznikne tzv. preferenční uspořádání. Pokud máme stanovený problém i varianty jeho řešení můžeme přikročit k stanovení kritérií, podle kterých bude daný problém posuzován. Dalším krokem je přiřazení váhy každému

z kritérií. Jakých metod je k tomuto kroku využíváno, bude popsáno níže. Poté co je určen problém, jsou určeny možné varianty řešení a jsou stanovena kritéria, z nichž každé je ohodnoceno podle své důležitosti neboli váhy, můžeme přikročit k vyhodnocení souboru variant řešení.



Obrázek 1 – vztah cíle, kritérií a variant řešení

### 2.2.1. Metody stanovení vah kritérií

Nejprve si uvedeme stručnou definici kritéria. Kritérium je hledisko hodnocení variant, může být kvalitativní nebo kvantitativní (1). Než začneme jednotlivým kritériím přiřazovat jejich váhu, bude nejprve nutné si objasnit, jak se samotná kritéria měří. Měřením chápeme přiřazování hodnot objektům, vzhledem k jejich určité vlastnosti, podle vymezeného pravidla. Uvažovaná kritéria bývají obvykle konfliktní. Mohou se mezi nimi vyskytnout jak kritéria kvantitativní neboli kardinální, tak kritéria kvalitativní neboli ordinální (2).

Kvantitativní kritéria umožňují pro každou variantu stanovit určitou hodnotu. Tato kritéria bývají často vyjádřena v různých jednotkách, tudíž pokud s nimi chceme dále pracovat, je potřeba provést určitou normalizaci, tj. převést tyto jednotky na jednotný ukazatel, např. na procenta. Kvalitativní kritéria dovolují pouze stanovit, zda je nějaká

varianta podle určitého kritéria lepší či horší než jiná, nebo zda jsou podle tohoto kritéria obě srovnávané varianty rovnocenné.

Pro měření kvalitativních metod využíváme měření nominální a ordinální. Nominální neboli jemné měření představuje třídění kritérií do jednotlivých podmnožin, označených jmény a přiřazením libovolného čísla. Toto číslo není reálné číslo, jeho úloha může být stejně dobře zastoupena i písmenem, jelikož slouží pouze pro označení dané skupiny. Příkladem takového označení může být třeba číslo 1 pro skupinu označenou „muži“ a číslo 2 pro skupinu označenou „ženy“. Druhým typem je měření ordinální. Toto měření vychází ze srovnávání, na jehož základě se stanoví pořadí. Podle pořadí se přiřadí číselný znak, a to čím větší užitek tím větší číslo. Hodnota neukazuje na to, kolikrát je užitek větší. Používá se tam, kde data nelze přesně měřit, např. při měření postojů nebo preferencí.

Pro měření kvantitativních metod používáme měření kardinální a absolutní. Kardinální, neboli přísné měření lze charakterizovat reálnou funkcí. Rozlišuje se intervalové (s libovolnou nulou a libovolnou měrnou jednotkou) např. stupně celsia. A poměrové (s přirozenou nulou a libovolnou měrnou jednotkou) např. délka. Tyto druhy měření je dále možné zpracovávat matematickými operacemi. Posledním typem měření je měření absolutní. Toto měření je charakterizováno přirozenou nulou a jedinou měrnou jednotkou. Příkladem tohoto měření může být počet kusů, počet pracovníků atd...

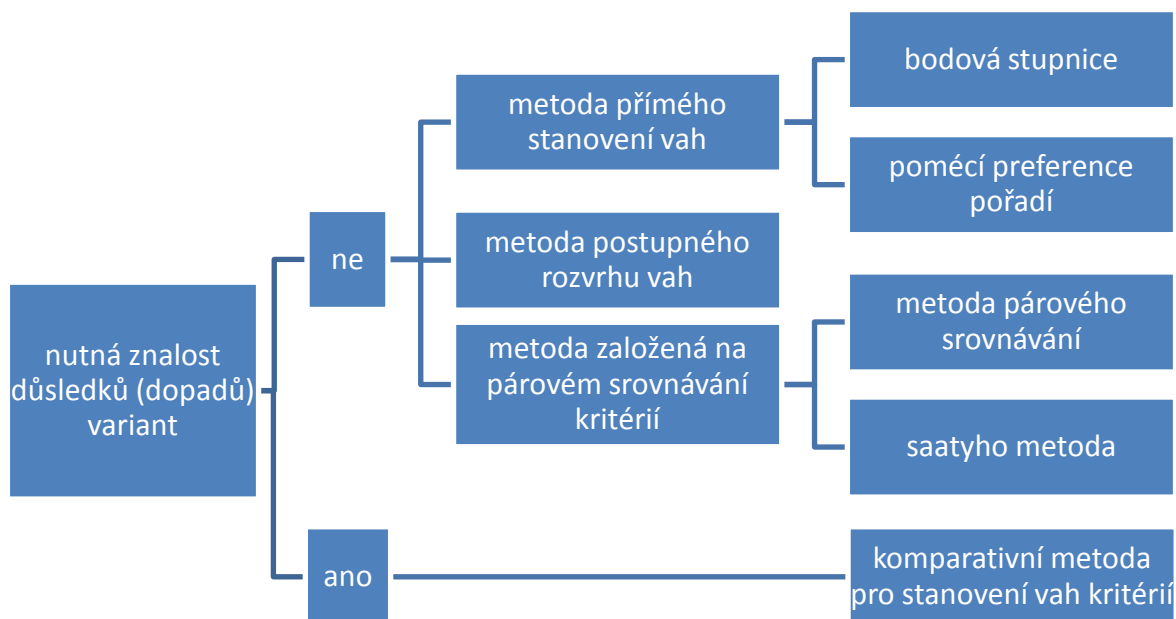
Pokud jsme již schopni dané varianty exaktně změřit, můžeme přistoupit ke stanovování vah jednotlivých kritérií hodnocení, takzvaných koeficientů významnosti. Váhy kritérií jsou číselně vyjádřeným odrazem jejich významnosti, resp. důležitosti sledovaných cílů firmy (2). Čím jej kritérium významnější, tím je jeho váha vyšší a naopak. Zpravidla se váhy kritérií normují tak, aby byl jejich součet roven jedné.

Dále je nutné zmínit, že kritéria rozdělujeme na dvě základní skupiny, kritéria nákladového typu a kritéria výnosového typu. U kritérií nákladového typu preferujeme nižší hodnoty před vyššími, u kritérií výnosového typu naopak hodnoty vyšší před nižšími.

V teorii rozhodování se postupně vytvořil větší počet metod stanovení vah kritérií, které se liší především svojí složitostí, která je odrazem různého algoritmického základu jednotlivých metod. Tento aspekt se odráží ve dvou rovínách, a to ve srozumitelnosti pro

uživatele a v náročnosti na typ informací, které je nezbytné pro stanovení vah od rozhodovatele získat (2).

Základní rozdělení metod závisí na potřebě znát důsledky (dopady) všech variant pro jednotlivá kritéria. Přehled metod, rozdělených podle nutnosti znalosti dopadů je uveden na obrázku 2 níže.



Obrázek 2 – přehled metod pro stanovení vah kritérií

Pokud je stanovení vah nezávislé na znalosti dopadů variant, pak lze využít:

- metody přímého stanovení vah, mezi které patří bodovací stupnice a metoda stanovení vah kritérií porovnáváním kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí.
- metody založené na párovém srovnávání významnosti kritérií zahrnující metodu párového srovnávání a Saatyho metodu

Při velkém počtu kritérií se využívá metoda postupného rozvrhu vah, kterou lze kombinovat s ostatními metodami.

Stanovení vah využívající znalosti důsledků (dopadů) variant je doporučováno u řady metod vícekritériálního hodnocení. Metoda, která z těchto důsledků vychází, se nazývá kompenzační metoda pro stanovení vah kritérií.

### **2.2.1.1. Metody přímého stanovení vah kritérií**

Následující dvě metody mají jeden společný rys: při stanovování vah jednotlivých kritérií dochází k posuzování jejich významnosti přímo.

#### **Bodová stupnice**

Princip spočívá v přiřazení určitého počtu bodů ze zvolené stupnice ke každému kritériu (2). Volba stupnice závisí na diferenciaci významnosti jednotlivých kritérií, je vhodné se zamyslet nad vztahem nejvíce a nejméně významného kritéria. Tento vztah bude určovat její rozpětí.

#### **Porovnání významu kritérií pomocí preferenčního pořadí**

Tuto metodu lze rozložit do tří kroků. Prvním z nich je stanovení významnosti kritérií. Toto pořadí lze stanovit dvěma způsoby. Prvním z nich je přímé uspořádání. Při tomto uspořádání určuje rozhodovatel přímo pořadí kritérií podle jejich významu. Druhým typem je etapové uspořádání. Zde se pořadí kritérií stanovuje v několika etapách. V každé etapě se určuje nejvýznamnější a nejméně významné kritérium. Tato kritéria se před další etapou ze souboru vyřadí a postup se opakuje s redukováným souborem kritérií.

### **2.2.1.2. Metody stanovení vah kritérií založené na párovém srovnávání**

Pro metody stanovení vah kritérií založené na párovém srovnávání je charakteristické zjišťování preferenčních vztahů dvojic kritérií (2). Dále jsou uvedeni dva představitelé této metody: jednodušší metoda párového srovnávání a Saatyho metoda.

## Metoda párového srovnávání

V nejjednodušší modifikaci této metody, někdy též nazývané Fullerův trojúhelník, se pro každé kritérium zjišťuje počet jeho preferencí vzhledem ke všem ostatním kritériím souboru.

Z daného souboru kritérií rozhodovatel vybírá dvojice a u každé dvojice určuje, které kritérium z dané dvojice preferuje. Určitou nevýhodou této metody může být fakt, že pokud počet preferencí určitého kritéria bude nulový, bude nulová i jeho váha, i když se nemusí jednat o zcela bezvýznamné kritérium.

## Saatyho metoda

Tuto metodu můžeme rozdělit do dvou kroků. První krok je analogický metodě párového srovnávání, kdy se opět zjišťují preferenční vztahy dvojic kritérií. Na rozdíl od metody párového srovnávání se však kromě směru preference dvojic kritérií určuje také velikost této preference (2). Ta se vyjadřuje určitým počtem bodů ze zvolené bodové stupnice. Saaty doporučuje využít pro vyjádření velikosti preferencí bodové stupnice opatřené deskriptory uvedené v následující tabulce:

| Počet bodů | Deskriptor  |
|------------|---|
| 1          | Kritéria jsou stejně významná                         |
| 3          | První kritérium je slabě významnější než druhé        |
| 5          | První kritérium je dosti významnější než druhé        |
| 7          | První kritérium je prokazatelně významnější než druhé |
| 9          | První kritérium je absolutně významnější než druhé    |

Tabulka 1 – Saatyem doporučená bodová stupnice s deskriptory

### **2.2.1.3. Metoda postupného rozvrhu vah**

Pokud je jedním z požadavků zadavatele zahrnout do rozhodování celý soubor kritérií nebo je soubor kritérií větší než deset, je vhodné použít tuto metodu. Stručným postupem je začít se stanovením váhy jednotlivých kritérií a to s využitím jedné z výše popsaných metod. Tyto váhy musí být normovány, tzn. jejich součet se musí rovnat jedné. Dále se stanoví váhy každého kritéria v jednotlivých skupinách. Tyto váhy musí být taktéž normovány. Výsledné váhy kritérií se stanoví vynásobením váhy kritéria, vahou skupiny, ve které se dané kritérium nachází.

### **2.2.1.4. Stanovení vah kompenzační metodou**

V některých případech může dojít ke zkreslení výsledku rozhodování, protože předem stanovené váhy nereflektují rozsahy důsledků variant vzhledem k jednotlivým kritériím. Pokud jsou důsledky jednotlivých variant pro dané kritérium přibližně stejné, resp. rozsah mezi nejlepší a nejhorší variantou je relativně malý, tak toto kritérium nebude hrát významnou roli při rozhodování, přestože rozhodovatel může toto kritérium samo o sobě považovat za velmi důležité. V extrémním případě při stejných důsledcích všech variant z hlediska daného kritéria by váha tohoto kritéria měla být nulová, neboť podle něj není mezi variantami žádný rozdíl (2). Tomuto problému se lze vyhnout využitím vah stanovených kompenzační metodou.

Postup stanovení těchto vah probíhá v následujících krocích. Hodnotitel si představí hypotetickou variantu, která bude mít nejhorší možné dopady vzhledem ke všem kritériím. Nejdříve určí kritérium první v pořadí, u kterého je změna z nejméně preferované hodnoty na nejvíce preferovanou hodnotu nejdůležitější. Toto kritérium dostane váhu např. 100. Analogicky stanoví kritérium druhé v pořadí, u kterého je změna z nejméně preferované hodnoty na nejvíce preferovanou hodnotu druhá nejdůležitější. Takto bude postupovat tak dlouho, až všechna kritéria budou seřazena z hlediska významnosti změn důsledků variant. Poté porovná důležitost zlepšení prvního kritéria z nejhorší hodnoty na nejlepší se zlepšením druhého kritéria z nejhorší hodnoty na nejlepší. Např. stanoví, že změna druhého kritéria je z 90 % tak důležitá jako u prvního kritéria. Takto srovná změny prvního kritéria se změnami u všech ostatních kritérií. Výslední váhy se znormují.

Závěrem k oddílu věnovaného stanovení vah kritérií je třeba upozornit na to, že výsledné váhy kritérií jsou vždy subjektivně ovlivněny, a to jednak vlivem použité metody, jednak subjektem, který váhy pomocí určité metody stanovuje.

Spolehlivost získaných výsledků je možné zvýšit zaprvé uplatněním většího počtu metod, kdy se nakonec výsledné váhy kritérií určí jako aritmetický průměr vah zjištěných jednotlivými metodami. Nebo zadruhé, využitím většího počtu hodnotitelů, kteří mohou pracovat buď týmově, nebo nezávisle na sobě. Při týmové práci jsou stanovené váhy kritérií výsledkem diskuze ve skupině, při nezávislé práci hodnotitelů lze výsledné váhy stanovit opět jako aritmetický průměr vah určených jednotlivými subjekty.

### **2.2.2. Metody vícekritériálního hodnocení variant**

Z velké nabídky metod vícekritériálního hodnocení budeme věnovat pozornost především skupině metod, která se snaží o určitou aditivizaci kritérií, a to ne převodem na peněžní kritérium ale transformací hodnot kritérií na bezrozměrnou aditivní veličinu, kterou budeme dále označovat jako hodnotu neboli užitek, resp. ohodnocení variant.

Výhodou jednoduchých metod stanovení hodnoty variant je především jejich srozumitelnost a relativně malá náročnost na uživatele. Tyto metody jsou vhodné především pro hodnocení variant vzhledem k souboru kvantitativních kritérií. V případě souboru kritérií vesměs kvalitativní povahy je aplikace jednoduchých metod stanovení hodnoty variant méně vhodná. Zde je vhodnější použít metody založené na párovém srovnávání variant.

Než se začneme věnovat konkrétním metodám hodnocení variant, uvedeme nejprve stručnou definici pojmu varianty. Varianty jsou konkrétní rozhodovací možnosti, předmět vlastního rozhodování, jsou realizovatelné a nejsou logickým nesmyslem (1). Dále si představíme jednoduché přístupy volby variant, a to především z toho důvodu, že tyto neexaktní strategie jsou ve velké míře rozšířeny v mnoha podnicích.



První z těchto strategií je **strategie známosti**. Této strategie se využívá při výběru jedné ze dvou možností. Pokud jednu z variant rozhodovatel již z dřívějšíka zná, rozhodne se pro tuto variantu. Pro tuto strategii musí být zajištěn předpoklad, že známost je zárukou kvality.

Druhou strategií je **minimalistická strategie**. Tato strategie vychází z výše uvedené strategie známosti. V tomto případě ale není ani jedna z možností rozhodovateli známá. Rozhodovatel tedy náhodně zvolí jedno kritérium a podle něj posuzuje, která varianta je výhodnější.

Třetí strategií je **strategie založená na důvěře v minulé rozhodnutí**. Zde rozhodovatel volí kritérium, které mu již v minulosti usnadnilo rozhodování a dále postupuje jako u minimalistické strategie.

Čtvrtou strategií je **lexikografická strategie**. Tato strategie se od výše uvedených liší tím, že v předchozích strategiích byla kritéria volena buď náhodně, nebo na základě známosti, avšak zkušený rozhodovatel je ve většině případů schopen zvolit nejpodstatnější kritérium. Pokud po zvolení tohoto kritéria existuje několik stejně hodnotných variant řešení, volí rozhodovatel druhé nejdůležitější kritérium a dále postupuje analogicky.

Poslední strategií je **strategie semi – lexikografická**. Princip je stejný jako u lexikografické strategie, pouze s tím rozdílem, že pokud rozhodovatel vyhodnotí, že dopady variant vybraných podle jednoho kritéria jsou přibližně stejné, považuje je za ekvivalentní a volí další kritérium.

### **2.2.2.1. Vícekriteriální funkce užítku za jistoty**

Tato funkce, někdy také označována jako funkce užítku představuje exaktní metodu vícekriteriálního hodnocení variant. Je založená na tom, že přiřazuje každé variantě rozhodování utilitu neboli užitek, vyjádřenou reálným číslem. Čím je toto číslo větší, tím více si rozhodovatel dané varianty více cení (2).

## 2.2.2.2. Jednoduché metody vyhodnocení pořadí variant

Tato skupina metod stanovuje celkové ohodnocení variant jako vážený součet dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím. Na základě celkového ohodnocení variant je pak možné stanovit jejich preferenční uspořádání, přičemž nejlépe ohodnocená varianta je variantou optimální.

### Metoda váženého pořadí

Zde se dílčí ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím určuje podle pořadí variant vzhledem k těmto kritériím (2). Dílčí ohodnocení  $j$ -té varianty  $h_i^j$  vzhledem k  $i$ -tému kritériu stanovíme jako:

$$h_i^j = m + 1 - p_i^j$$

kde  $m$  je počet variant a  $p_i^j$  je pořadí  $i$ -té varianty vzhledem k  $i$ -tému kritériu.

Z tohoto vztahu plyne, že dílčí ohodnocení nejlepších variant z hlediska jednotlivých kritérií je rovno právě počtu kritérií. Dílčí ohodnocení nejhorších variant vzhledem k jednotlivým kritériím je pak rovnou vesměs jedné. Z tohoto vyplývá, že tato metoda je značně hrubá, neboť dílčí ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím vychází pouze z pořadí variant vzhledem k těmto kritériím. Přitom se v tomto pořadí, a tím  $i$  ohodnocení vůbec neodrazily rozdíly mezi hodnotami kritérií. Vzhledem k tomuto nedostatku může metoda váženého pořadí sloužit dobře jen v případě, kdy soubor kritérií obsahuje vesměs kritéria kvalitativní povahy. V ostatních případech můžeme této metody používat jen pro výchozí, velmi hrubou orientaci v preferencích daného souboru variant.

### Metoda založená na přímém stanovení dílčích ohodnocení

Metoda vychází z toho, že dílčí ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím určuje přímo hodnotitel, kterým je expert nebo rozhodovatel, a to zpravidla přiřazením bodů ze zvolené bodové stupnice (2). Jako bodové stupnice pro vyjádření dílčích ohodnocení se

nejčastěji užívá stupnice desetibodové, případně jemnější stobodové, přičemž nejnižší ohodnocení tj. 1 bod odpovídá nejhorším a nejvyšší ohodnocení tj.10, resp. 100 bodů nejlepším hodnotám kritérií. Hodnotitel postupuje při stanovení dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím tak, že na základě svých preferencí přiřazuje důsledkům variant určité počty bodů ze zvolené bodové stupnice. Předností této metody stanovení hodnoty variant je především to, že hodnotitel může respektovat nelinearitu závislosti dílčích ohodnocení variant na jejich důsledcích. Určitým nedostatkem této metody je, i při její jednoduchosti a srozumitelnosti, značná náročnost na hodnotitele. Vzhledem k tomu i validita celkového ohodnocení variant závisí především na kvalitě a kompetenci hodnotitele.

### **Metoda lineárních dílčích funkcí utility**

U této metody se stanovuje dílčí ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím odlišně, a to v závislosti na povaze těchto kritérií (2). U kritérií kvalitativních se dílčí ohodnocení stanovuje stejným způsobem jako v předchozím případě, tj. přiřazením bodů ze zvolené bodové stupnice. U kvantitativních kritérií se vychází z předpokladu, že odpovídající dílčí funkce utility mají lineární tvar. Tyto funkce se stanoví tak, že nejhorší hodnotě každého kritéria  $x_i^0$  se přiřadí dílčí utilita 0, nejlepší hodnotě  $x_i^*$  dílčí utilita 1 a spojnice těchto bodů jsou pak zobrazením lineárních dílčích funkcí utility. Dílčí ohodnocení variant  $h_i^j$  vzhledem k jednotlivým kritériím kvantitativního charakteru pak stanovíme pomocí vztahu:

$$h_i^j = \frac{x_i^j - x_i^0}{x_i^* - x_i^0}$$

Předností této metody oproti předchozí metodě je, že snižuje subjektivitu stanovení dílčích ohodnocení variant vzhledem ke kvantitativním kritériím. Přitom předpoklad linearity dílčích funkcí utility je zpravidla přijatelný, neboť některé empirické výzkumy ukazují, že takto získané celkové ohodnocení je zpravidla dobrou aproximací ohodnocení plynoucího z funkce utility respektující možné nelinearity dílčích funkcí utility.

## Metoda bazické varianty

Tato metoda je založená na stanovení dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím pomocí porovnávání hodnot důsledků variant vždy s hodnotami tzv. bazické varianty (2). Tato varianta může být chápána dvěma způsoby. Prvním z nich je, že bazická varianta je varianta dosahující nejlepších hodnot. Druhý je, že tato varianta nabývá pro jednotlivá kritéria právě požadovaných hodnot. Někdy je bazická varianta označována též jako standard, ideál nebo etalon.

Pokud důsledky bazické varianty vzhledem k jednotlivým kritériím označíme stejně jako v předchozích případech jako  $x_i^b$ ,  $i=1,2,\dots,n$ , pak dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériím výnosového typu stanovíme podle vztahu:

$$h_i^j = \frac{x_i^j}{x_i^b}$$

a dílčí ohodnocení variant vzhledem ke kritériím nákladového typu podle obdobného vztahu:

$$h_i^j = \frac{x_i^b}{x_i^j}$$

Z těchto vztahů plyne, že dílčí funkce utility pro kritéria výnosového typu jsou lineární a lze je zobrazit přímkami. U kritérií nákladového typu je situace odlišná, jejich dílčí funkce utility mají tvar hyperbol s definičním oborem  $\langle x_i^*, x_i^0 \rangle$

Z výše uvedeného vyplývá i určitý nedostatek metody bazické varianty, který si její uživatelé často neuvědomují. Spočívá v tom, že u všech kritérií výnosového typu se předpokládá stále stejný růst přínosu pro hodnotitele při stejných přírůstcích hodnot kritérií, avšak u kritérií nákladového typu, se předpokládá degresivní pokles přínosu při stejných poklesech hodnot těchto kritérií. Tato metoda je využitelná především pro hodnocení variant vzhledem k souboru kvantitativních kritérií.

Závěrem k jednoduchým metodám stanovení hodnoty variant je třeba říci, že se často vyskytují jejich modifikace nebo jsou tyto metody uváděny pod jinými názvy. Jejich společnou vlastností je vždy to, že celkové ohodnocení variant se stanovuje jako vážený součet dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím, přičemž jejich rozdíly vyplývají především z poněkud odlišných způsobů stanovení těchto dílčích ohodnocení. Předností těchto metod je především jejich snadná pochopitelnost a srozumitelnost pro uživatele i menší náročnost na informace, které je od nich třeba získat. K jejich nedostatkům patří zejména vyžívání zjednodušujících předpokladů.

Následující tabulka udává přehled metod, včetně vhodnosti jejich použití a hlavních nevýhod.

| Metoda                                      | Vhodnost                                  | Nevýhoda   |
|---|---|--|
| <b>Váženého pořadí</b>                      | pro kvalitativní kritéria                 | neodráží rozdíly mezi hodnotami u kvantitativních kritérií                             |
| <b>Přímého stanovení dílčích ohodnocení</b> | pro kvantitativní i kvalitativní kritéria | pracnost, kvalita a kompetence hodnotitele   |
| <b>Lineární dílčích funkcí utility</b>      | pro kvantitativní kritéria                | předpokládá linearitu dílčích funkcí utility   |
| <b>Bazické varianty</b>                     | pro kvantitativní kritéria                | předpokládá linearitu pro výnosová kritéria a nelineární průběh pro nákladová kritéria |

Tabulka 2 – přehled jednoduchých metod

Z hlediska praktického uplatnění je možné říci, že jednoduché metody stanovení hodnoty variant patří k nejčastěji aplikovaným metodám vícekritériálního hodnocení variant při řešení rozhodovacích problémů z různých oblastí řízení.

### 2.2.2.3. Metody založené na párovém srovnávání variant

Společným rysem této skupiny metod je, že základní informace pro stanovení preferenčního pořadí variant tvoří výsledky párového srovnávání těchto variant vzhledem k jednotlivým kritériím hodnocení.

#### Saatyho metoda

Tato metoda je blízká aditivní vícekriteriální funkci utility, resp. jednoduchým metodám stanovením hodnoty variant. Je to proto, že celkové ohodnocení variant se stanovuje opět jako vážený součet dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím. Specifikum této metody spočívá ve způsobu stanovení vah kritérií a dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím. Určení vah kritérií Saatyho metodou již bylo popsáno v oddíle „Saatyho metoda“. Stanovení dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím je v Saatyho metodě analogické již známému postupu stanovení vah kritérií. Jediným rozdílem je, že srovnávanými objekty nejsou kritéria, nýbrž varianty rozhodování. Pro každé kritérium se vytváří Saatyho matice na základě párového srovnávání variant. Při párovém srovnávání se postupně určuje velikost preference všech dvojic variant z hlediska daného kritéria, a to přiřazením bodů ze stupnice uvedené v tabulce 1. Prvky  $s_{ij}$  každé této matice, pak představují odhady poměrů dílčích ohodnocení  $i$ -té a  $j$ -té varianty vzhledem k danému kritériu hodnocení. Stejnými postupy jako při stanovení vah Saatyho metodou se nyní určí – pomocí Saatyho matic pro jednotlivá kritéria – dílčí ohodnocení variant vzhledem k těmto kritériím. Na základě Saatyho matice vzhledem k prvnímu kritériu určíme dílčí ohodnocení variant k tomuto kritériu, Saatyho matice pro druhé kritérium poskytne dílčí ohodnocení podle tohoto kritéria atd. Celkové ohodnocení  $H^j$  variant rozhodování pak stanovíme podle vztahu:

$$H^j = \sum_{i=1}^n v_i * h_i^j \quad j = 1, 2, \dots, m,$$

- kde  $H^j$  ... celkové ohodnocení j-té varianty,  
 $v_i$  ... váha i-tého kritéria,  
 $h_i^j$  ... dílčí ohodnocení j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu,  
 $n$  ... počet kritérií hodnocení,  
 $m$  ... počet variant.

Ohodnocení je zde stanoveno Saatyho metodou. Stejně tak jako váhy určené Saatyho metodou, jsou i celková ohodnocení normována tak, aby jejich součet byl roven jedné.

Předností Saatyho metody je relativní jednoduchost a srozumitelnost pro uživatele, možnost jejího využití pro hodnocení variant vzhledem k souboru kritérií smíšené povahy, tj. obsahující kvantitativní i kvalitativní kritéria.

### **Metody založená na prazích citlivosti**

Základem pro tuto skupinu metod je stejně jako u Saatyho metody zjištění preferenčních vztahů všech dvojic variant vzhledem k jednotlivým kritériím. Přitom zde však vystačíme pouze se stanovením preferencí, resp. indiferencí těchto dvojic variant, a není třeba určovat velikost těchto preferencí. Na hodnotiteli se tedy požaduje, aby pro každou dvojici variant rozhodování a každé kritérium hodnocení určil, kterou variantu z dané dvojice si cení podle daného kritéria výše, či zda je považuje za rovnocenné. Představiteli těchto metod jsou především:

- Metoda aproximace mlhavé reakce
- AGREPREF
- modifikace metody ELECTRA

Základem pro algoritmy všech těchto metod je tzv. matice preference variant rozhodování  $V$ , jejíž jednotlivé prvky  $V_{ij}$  tvoří součet vah těch kritérií, z jejichž hlediska preferuje rozhodovatel  $i$ -tou variantu před  $j$ -tou variantou. Další postup je již algoritmicky dosti náročný a neobejde se zpravidla bez využití softwarové podpory. U některých metod této skupiny se v rámci tohoto algoritmu uplatňují tzv. prahy citlivosti, které tvoří práh indiference a práh preference. Práh preference udává, jak velký musí být rozdíl mezi součtem vah těch kritérií, vzhledem k nimž je  $i$ -tá varianta preferována před  $j$ -tou variantou a součtem vah kritérií, která preferují  $j$ -tou variantu před  $i$ -tou variantou, aby mohla být  $i$ -tá varianta preferována před  $j$ -tou variantou i z hlediska všech kritérií.

Hlavní rozdíl metod založených na prazích citlivosti ke všem dříve uvedeným metodám je především to, že nezískáváme číselné celkové ohodnocení jednotlivých variant rozhodování. Výsledkem jejich aplikace je pouze rozklad souboru hodnocených variant na několik indiferenčních tříd a preferenční uspořádání těchto tříd, kdy varianty obsažené v každé indiferenční třídě lze považovat za varianty rovnocenné z hlediska celého souboru kritérií.

## **3. Analytická část**

### **3.1. Představení společnosti**

Společnost „FOINIA spol. s r.o.“ je rodinná firma, která byla založena v roce 1995 ve městě Strakonice. Zpočátku se specializovala na výrobu vysokootáčkových vřeten pro brusky používané ve sklářském průmyslu. Postupem času se její působnost rozšířila, a v současné době se zabývá mnoha různorodými činnostmi, mezi které patří: velkoobchod s železářským zbožím, instalatérskými a topenářskými potřebami, povrchová úprava a zušlechťování kovů, maloobchod v nesespecializovaných prodejnách, opravy a údržba motorových vozidel. Její hlavní a nejvýnosnější činností je však výroba, údržba a opravy brousících a obráběcích strojů a jejich komponentů.



Ve vedení společnosti se po dobu jejího fungování vystřídali tři lidé. Aktuálně je v čele společnosti ing. František Kovář, který je současně i jednatelem společnosti. Společnost dále zaměstnává účetní, obchodní referentku, technologa, vedoucího dílny a odborné pracovníky na dílně. Většina pracovníků má bohaté zkušenosti díky předchozímu zaměstnání ve společnosti ČZ a.s., která rovněž sídlí ve Strakonících.

Mezi hlavní odběratele společnosti patří společnosti:

#### ŽĎAS

Výrobní program firmy ŽĎAS je zaměřen na výrobu tvářecích strojů, kovacích lisů, zařízení na zpracování šrotu, zařízení na zpracování válcovaných výrobků, odlitků, výkovků, ingotů a nástrojů, především pro automobilový průmysl.

#### Fortuna

Společnost zabývající se výrobou vřeten pro pohony obráběcích a brousících strojů.

Společnost dle dostupných informací zatím dosahuje průměrných obrátů. Firma meziročně obrátově stagnuje. Z dostupných informací byla zaznamenána stejná hodnota obrátu v posledních dvou sledovaných obdobích.

### **3.2. Odůvodnění aplikace vícekriteriálního rozhodování**

Pokud pomineme obvyklé provozní náklady společnosti, nejvýznamnější položku v provozním rozpočtu představují výdaje na nakoupený materiál a komponenty pro výrobu. Největším problémem je, že tyto obchodní kontrakty jsou z velké většiny uzavírány, ač jistě zcela nevědomky, na základě strategie známosti nebo strategie založené na důvěře v minulá rozhodnutí. O tom, zda tyto kontrakty budou uzavřeny, rozhoduje jednatel společnosti, a to pouze intuitivně na základě svých zkušeností. Tato rozhodnutí nejsou nijak exaktně podložena a nemohou tedy být nijak vyhodnocována a ani nijak interpretována ostatním pracovníkům. Tento stav je pro společnost velice nevýhodný, jelikož kvalita rozhodování závisí pouze a jedině na kvalitách a zkušenostech jediného člověka a nejsou vytvořeny žádné podklady, podle kterých by některá rozhodnutí mohl provést i méně kvalifikovaný pracovník.

Pro zlepšení kvality fungování společnosti by bylo vhodné zavést jednotný systém, který by sloužil jako podklad pro rozhodnutí, která budou ve společnosti prováděna. Výhodou zavedení jednotného systému by byl hlavně jasný postup při rozhodování. Tento systém by bylo možné aplikovat na nejrůznější druhy rozhodovacích problémů a jeho výsledkem by byly jasně interpretovatelné výsledky. Kromě zefektivnění výsledků rozhodování by byla jistě přínosem i skutečnost, že jednatel společnosti by se nemusel účastnit celého rozhodovacího procesu, ale mohl by pouze schvalovat návrhy vytvořené podle jednotného postupu.

Metody vícekriteriálního rozhodování nemusí být použity pouze pro rozhodování o nákupu materiál a komponentů pro výrobu ale dají se využít i v jiných oblastech rozhodování. Pomocí vhodně zvolených metod lze rozhodovat také např. o výběru dodavatelů různých služeb, jako jsou: dopravce, telefonní operátor, ostraža, banka, nebo také o případných investicích, jak finančních, tak investicích do vybavení strojů a zařízení.

Největší část výroby společnosti FOINIA s.r.o. představují obráběcí stroje, především pak vysokootáčková vřetena. Hlavní část nakupovaného zboží představují různé typy ložisek. Z tohoto důvodu je v následujících částech práce popsán postup aplikace metody vícekriteriálního rozhodování na nákup ložisek podle předem stanovených kritérií. Pro lepší pochopení postupu aplikace vícekriteriálního rozhodování ve společnosti FOINIA a.s., jsme jako rozhodovací problém, zvolili nákup ložisek pro vysokootáčková vřetena. Na tomto příkladu bude demonstrován postup celého rozhodovacího procesu.

### **3.3. Postup při aplikaci vícekriteriálního rozhodování**

Prvním krokem při rozhodování je definování problému, který budeme řešit. Pokud se bude jednat o nákup stroje nebo materiálu, je důležité definovat jaké konkrétní parametry má stroj nebo daný materiál splňovat. Tyto parametry budou závazné pro všechny vybrané varianty.

Druhým krokem je výběr variant. Varianty, které postoupí do užšího výběru, musí v každém případě splňovat parametry zvolené v prvním kroku. U daných variant budou hodnocena kritéria, která budou zvolena v kroku následujícím.

Kritéria jsou stanovována s pomocí expertů na danou problematiku. Hlavní je, aby byla zvolena taková kritéria, která jsou pro daný problém podstatná. Stejně důležitý, jako výběr kritérií, je výběr expertů, kteří budou hodnotit, jak je pro ně dané kritérium, ve vztahu k řešenému problému, důležité.

Ve čtvrtém kroku přistupujeme k samotné aplikaci vybraných metod, jejich matematickému zpracování a konkrétnímu vyjádření dosažených výsledků.

V pátém kroku dochází k interpretaci dosažených výsledků, většinou k sestavení pořadí vhodnosti daných variant. Cílem interpretace dosažených výsledků není pouze určit, která z variant nejlépe odpovídá zadaným kritériím, ale jde hlavně o sestavení pořadí, a o to, o jaké hodnoty se dosažené výsledky hodnocení liší.

V posledním kroku dochází ke konečnému rozhodnutí, kterou z variant zvolit. Tento krok již nemůžeme přímou zahrnout do teorie vícekritériálního rozhodnutí, ale jelikož se jedná o nejdůležitější část rozhodovacího procesu, nesmíme ho zapomenout zmínit.

### **3.4. Postup při výběru kritérií**

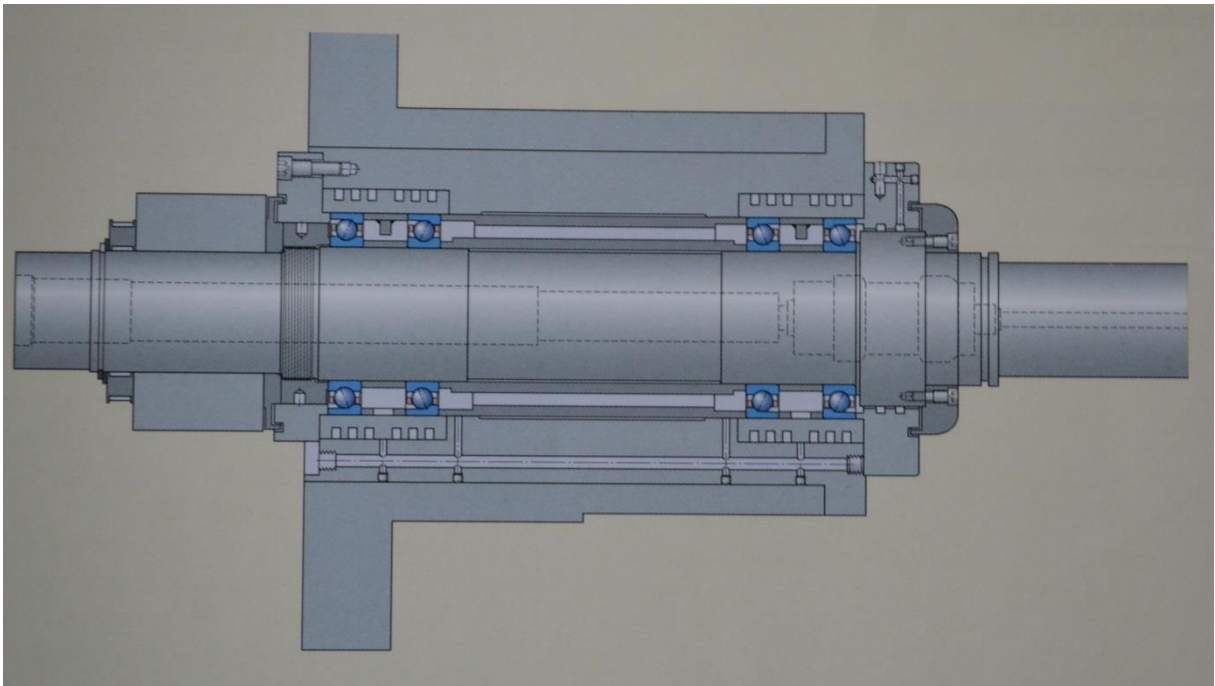
Jako rozhodovací problém byl v předchozím oddílu definován nákup ložisek, a jelikož na českém trhu je velké množství firem, které se orientují na tento sortiment, je poměrně složité se v jejich nabídce orientovat. Je tudíž nezbytné zavést do procesu výběru dodavatele určitý systém.

Pro konkrétní výrobek, jehož výrobu nyní společnost zvažuje, je nutné vybrat vhodná ložiska. Po konzultaci s jednatelem společnosti Ing. Františkem Kovářem, technologem Ing. Pavlem Novákem a vedoucím dílny panem Staňkem byly stanoveny parametry, které je nutno splnit:

- 1) průměr díry  $d=35$  mm
- 2) minimální přesnost P4
- 3) stykový úhel  $\alpha=15^\circ$
- 4) uložení do T nebo do O

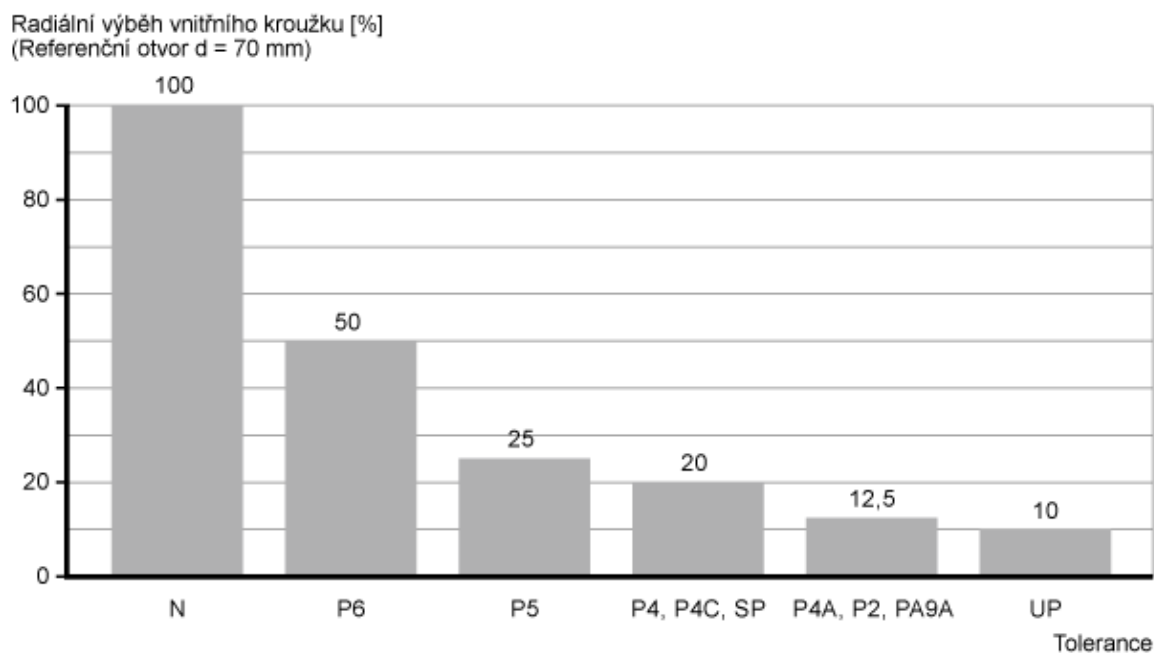
Tyto parametry jsou pro výrobu daného vřetena zásadní, a tudíž je nutné je všechny bezpodmínečně dodržet. Běžným postupem je, že se různým dodavatelům zašle poptávka a dodavatelé poté zašlou společnosti své nabídky daných typů produktů. Tímto prvním krokem je z výběru vyřazeno největší množství variant a můžeme se dále soustředit na další kritéria, která se již u daných variant budou lišit a stanou se tak zásadními podklady pro další rozhodování.

Pro názornou ilustraci daného problému je na obrázku 3 zobrazeno vřeteno a způsob uložení ložisek. Dále je uvedena bližší specifikace výše uvedených kritérií.



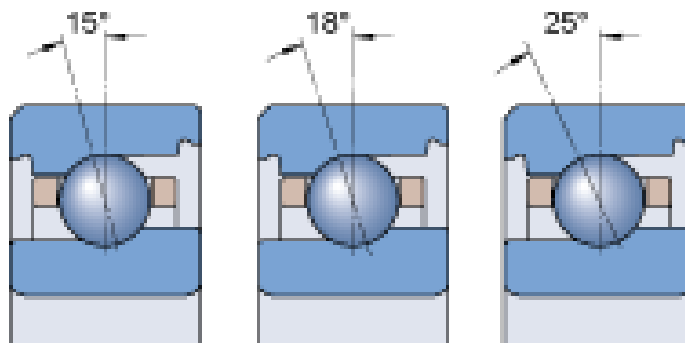
Obrázek 3 – uložení ložisek ve vřeteni

**Přesnost** valivých ložisek je vyjádřena třídami přesnosti, které určují přesnost chodu a přesnost rozměrů. Přesnost chodu systému hřídele závisí na přesnosti všech dílů systému. Přesnost chodu ložisek je určena především přesností tvaru a polohy oběžných drah na ložiskových kroužcích. Při volbě příslušné třídy přesnosti určitého ložiska představuje obvykle určující hledisko pro většinu uložení maximální radiální nebo axiální házení (v závislosti na typu ložiska) vnitřního kroužku. Obrázek 4 porovnává relativní hodnoty maximálního radiálního házení vnitřního kroužku pro jednotlivé třídy přesnosti. Rozměrová přesnost hlavních rozměrů ložiska a jeho souvisejících součástí je velice důležitá pro dosažení odpovídajícího uložení. Uložení mezi vnitřním kroužkem ložiska a hřídelí nebo vnějším kroužkem ložiska a tělesem ovlivňují vnitřní vůli nebo předpětí namontovaného ložiska.



Obrázek 4 – srovnání přesností

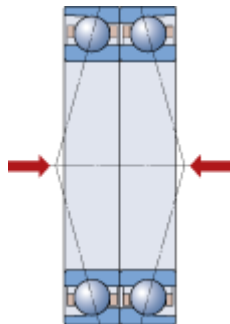
**Stykový úhel** je definován jako úhel svíraný přímkou spojující stykové body kuliček a oběžných drah v radiální rovině, ve které se zatížení přenáší z jedné oběžné dráhy na druhou (spojnicí stykových bodů), a přímkou kolmou k ose ložiska. Větší stykový úhel poskytuje vyšší stupeň axiální tuhosti a větší axiální únosnost. Tím jsou ale sníženy dosažitelné otáčky, radiální tuhost a radiální únosnost (3).



Obrázek 5 - stykový úhel

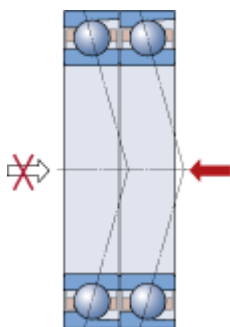
Ložiskový systém, který se běžně používá k uložení rotujícího hřídele, obecně vyžaduje dvě **uložení ložisek**. V závislosti na požadavcích, jako je tuhost nebo směr zatížení, se uložení ložisek skládá z jednoho nebo několika (spárovaných) ložisek. Uspořádání ložisek se dělí podle vzájemné polohy os ložisek.

Při uspořádání ložisek **zády k sobě** (do "O") (obr. 6), se spojnice stykových bodů rozbíhají ve směru osy ložisek. Uložení je schopné přenášet obousměrné axiální zatížení, ale jedno ložisko nebo sada ložisek přenáší vždy axiální zatížení pouze v jednom směru. Ložiska namontovaná zády k sobě (do "O") poskytují relativně tuhé uspořádání ložisek. Díky široké rozteči mezi účinnými středy ložisek je toto uspořádání zvláště vhodné pro přenášení momentových zatížení (3).



Obrázek 6-uložení do "O"

Použití uložení do „T“, neboli **tandemového uspořádání** poskytuje zvýšenou axiální a radiální únosnost ve srovnání se samostatným ložiskem. Při uspořádání ložisek v tandemu, (obr.7) jsou spojnice stykových bodů rovnoběžné a radiální a axiální zatížení jsou rovnoměrně rozděleny. Sada ložisek v tandemu však může přenášet axiální zatížení pouze v jednom směru. Jestliže axiální zatížení působí v obou směrech nebo pokud působí kombinované zatížení, musí být sada ložisek v tandemu nastavena (montována) proti dalšímu ložisku/ložiskům (3).



Obrázek 7-uložení do "T"

Jelikož výše popsané a konkrétně určené parametry je nutné bezpodmínečně dodržet, přistoupíme k výběru kritérií. Po diskusi s vedením společnosti byla určena kritéria, která budou použita jako podklady pro vícekritériální rozhodování, těmito kritérii jsou:

- 1) cena
- 2) otáčky
- 3) hmotnost
- 4) přesnost

Tyto kritéria budou předložena vybraným expertům k hodnocení. Experti budou hodnotit jak je pro ně dané kritérium důležité a také, jakou důležitost má jeho hodnota. Daná kritéria můžeme rozdělit do dvou skupin. Kritéria „cena“ a „hmotnost“ jsou kritéria nákladového typu, tudíž u nich preferujeme jejich nižší hodnoty před vyššími. Zbývá dvě kritéria „otáčky“ a „přesnost“ jsou kritéria výnosového typu, tudíž preferujeme naopak vyšší hodnoty před nižšími.

Následuje představení expertů, kterým budou daná kritéria předložena. Každý z expertů se ve společnosti zaměřuje na jinou oblast, a tudíž i jejich preference ve stanovování důležitosti kritérií se budou s největší pravděpodobností podřizovat oblasti jejich působení.

Expert E1 – paní Marie Kovářová – vedoucí ekonomického oddělení

Expert E2 – Ing. František Kovář – jednatel společnosti

Expert E3 – Ing. Pavel Novák – technolog

Expert E4 – pan Staněk – vedoucí dílny



### 3.5. Vybrané varianty

Z velkého množství nabízených druhů ložisek byly, po konzultaci s odborníky, vybrány následující varianty. Dané varianty splňují požadované parametry a byly zvoleny s ohledem na jejich dobrou dostupnost a předchozí zkušenosti zaměstnanců společnosti FOINIA a.s. s vybranými výrobci ložisek.

| Varianta V1  | FAG – B 7007 C 2RSD T P4S U L   |   |
|--|---|---|
|  | typ ložiska   | standartní ocelové kuličky                          |
|  | označení řady   | střední lehká řada                                  |
|  | číselný znak díry   | 7 mm  |
|  | úhel styku  | 15°   |
|  | utěsnění  | oboustranně utěsněné a namazané                     |
|  | klec  | tvrzená tkanina vedená na vnějším kroužku           |
|  | přesnost  | přesnost rozměrů a přesnost chodu podle třídy 4 ISO |
|  | uspořádání  | jednotlivá ložiska, libovolné uspořádání            |
|  | předpětí  | lehké   |
|  |  | šířka   |
| vnější průměr  |   | D = 62 mm   |
| vnitřní průměr   |   | d = 35 mm   |
| hmotnost   |   | m = 0,45 kg   |
| otáčky   |   | až 56 000 ot/min                                    |
| cena   |   | 6255 Kč bez DPH                                     |

Obrázek 8 – specifikace varianty V1

| Varianta V2   | NSK – 7007 C TRSU L P3 |   |
|---|------------------------|---|
| <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><b>NSK</b> | označení řady          | střední lehká řada                                  |
|   | číselný znak díry      | 7 mm  |
|   | úhel styku             | 15°   |
|   | klec                   | tvrzená tkanina vedená na vnějším kroužku           |
|   | přesnost               | přesnost rozměrů a přesnost chodu podle třídy 3 ISO |
|   | uspořádání             | univerzální uspořádání jednořadé                    |
|   | předpětí               | lehké   |
|   | šířka                  | B = 14 mm   |
|   | vnější průměr          | D = 62 mm   |
|   | vnitřní průměr         | d = 35 mm   |
| hmotnost  | m = 0,15 kg            |   |
| otáčky  | 23 000 – 36 000 ot/min |   |
| cena  | 2160 Kč bez DPH        |   |
|   |                        |   |

Obrázek 9 – specifikace varianty V2

| Varianta V3  | SKF 7007 CD P4A        |   |
|--|------------------------|---|
| <br><br> | typ ložiska            | standartní ocelové kuličky                          |
|  | označení řady          | střední lehká řada                                  |
|  | číselný znak díry      | 7 mm  |
|  | úhel styku             | 15°   |
|  | klec                   | tvrzená tkanina vedená na vnějším kroužku           |
|  | přesnost               | přesnost rozměrů a přesnost chodu podle třídy 4 ISO |
|  | uspořádání             | jednotlivá ložiska, libovolné uspořádání            |
|  | šířka                  | B = 14 mm   |
|  | vnější průměr          | D = 62 mm   |
|  | vnitřní průměr         | d = 35 mm   |
| hmotnost   | m = 0,15 kg            |   |
| otáčky   | 24 000 – 36 000 ot/min |   |
| cena   | 1985 Kč bez DPH        |   |
|  |                        |   |

Obrázek 10 – specifikace varianty V3



## 4. Návrhová část

V předchozích částech jsme si představili metody, které je možné použít při vyhodnocování problémů řešených metodou vícekritériálního rozhodování. Popsali jsme zvolený problém, pomocí odborníků byly zvoleny parametry, podle kterých budeme daný problém posuzovat a seznámili jsme se s experty, s jejichž pomocí budeme zjišťovat váhu daných kritérií. Můžeme tedy přistoupit ke konkrétnímu matematickému řešení

Ve vztahu k danému problému jsme jako nejvhodnější zvolili následující metody: pro stanovení vah kritérií byla použita metoda bodové stupnice podrobně popsána v oddíle 2.2.1.1. a pro následné hodnocení variant byla zvolena metoda založená na přímém stanovení dílčích ohodnocení, podrobněji popsána v oddíle 2.2.2.2.

Pro přehlednost je v tabulce 3 stručně uveden přehled variant, kritérií a jejich konkrétních hodnot

|          |             | KRITÉRIA           |                          |                        |                |
|----------|-------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------------|
|          |             | K1<br>cena<br>[Kč] | K2<br>otáčky<br>[ot/min] | K3<br>hmotnost<br>[kg] | K4<br>přesnost |
| VARIANTY | V1<br>(FAG) | 6255               | 56 000                   | 0,45                   | P4             |
|          | V2<br>(NSK) | 2160               | 36 000                   | 0,15                   | P3             |
|          | V3<br>(SKF) | 1985               | 36 000                   | 0,15                   | P4             |
|          | V4<br>(RHP) | 2658               | 35 000                   | 0,16                   | P3             |

Tabulka 3 – přehled kritérií a variant

## 4.1. Hodnocení kritérií

Prvním krokem při hledání nejvhodnější varianty je hodnocení stanovených kritérií. Expertům byl předložen seznam kritérií a každý z nich přiřadil daným kritériím hodnotu, která odpovídá tomu, jakou má pro experta dané kritérium důležitost. Hodnoty byly přiřazovány dle předem určené bodovací stupnice. Bodovací stupnice je popsána v tabulce 4. Kritéria ohodnocená experty jsou uvedena v tabulce 5.

### Aplikace bodovací metody pro zjištění vah kritérií

| BODOVACÍ STUPNICE 1-10 |      |                             |
|------------------------|------|-----------------------------|
| 0                      | bodů | kritérium nemá žádný význam |
| 10                     | bodů | kritérium je nejdůležitější |

Tabulka 4 – bodovací stupnice

|         |    | KRITÉRIA           |                          |                        |                | Σ  |
|---------|----|--------------------|--------------------------|------------------------|----------------|----|
|         |    | K1<br>cena<br>[Kč] | K2<br>otáčky<br>[ot/min] | K3<br>hmotnost<br>[kg] | K4<br>přesnost |    |
| EXPERTI | E1 | 9                  | 7                        | 3                      | 2              | 21 |
|         | E2 | 6                  | 8                        | 4                      | 5              | 23 |
|         | E3 | 7                  | 5                        | 5                      | 4              | 21 |
|         | E4 | 8                  | 6                        | 4                      | 3              | 21 |

Tabulka 5 – přiřazení bodů kritériím

Poté co jsou kritéria experty obodována, určí se výpočtem váhy jednotlivých kritérií. Váhu daného kritéria určíme tak, že vydělíme počet bodů, které kritérium získalo od experta, sumou všech bodů, které daný expert udělil. V našem případě konkrétně:

$$\frac{9}{21} = 0,429$$

Hodnotu zaznameneáme do příslušného pole a pokračujeme analogicky ostatní přiřazené body. Když sečteme váhy, kterých dosáhlo dané kritérium, získáváme součet pořadových čísel. Pro určení výsledné váhy důležitosti kritéria, vydělíme váhu důležitosti kritéria celkovým počtem kritérií. Konkrétně:

$$\frac{1,403}{4} = 0,351$$

Výsledky pro všechny hodnoty jsou uvedené v následující tabulce.

|                                  |           | KRITÉRIA           |                          |                        |                | Σ |
|----------------------------------|-----------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------------|---|
|                                  |           | K1<br>cena<br>[Kč] | K2<br>otáčky<br>[ot/min] | K3<br>hmotnost<br>[kg] | K4<br>přesnost |   |
| <b>EXPERTI</b>                   | <b>E1</b> | 0,429              | 0,333                    | 0,143                  | 0,095          | 1 |
|                                  | <b>E2</b> | 0,261              | 0,348                    | 0,174                  | 0,217          | 1 |
|                                  | <b>E3</b> | 0,333              | 0,239                    | 0,239                  | 0,190          | 1 |
|                                  | <b>E4</b> | 0,380              | 0,286                    | 0,190                  | 0,143          | 1 |
| <b>součet pořadových čísel</b>   |           | 1,404              | 1,205                    | 0,745                  | 0,646          | x |
| <b>váha důležitosti kritéria</b> |           | 0,351              | 0,301                    | 0,186                  | 0,161          | 1 |

Tabulka 6 – váhy důležitosti kritérií

Jelikož víme, že preference expertů při hodnocení kritérií se liší, musíme tuto skutečnost také zohlednit v matematickém řešení. Je vhodné zjistit, zda se názory expertů na danou problematiku neliší až do té míry, kdy by jejich rozdílná hodnocení měla vliv na konečný výsledek hodnocení.

Pro kontrolu dosažených výsledků se po ohodnocení kritérií provádí výpočet koeficientu shody expertů. Tento koeficient určuje, jaká je shoda výpovědí jednotlivých expertů a je určen vztahem:

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^m \left[ \left( \sum_{k=1}^p \alpha_{kj} \right) - \frac{p(m+1)}{2} \right]^2}{p^2(m^3 - m)}$$

kde: m=počet kritérií

p=počet expertů

$\alpha_{kj}$ =číslo pořadí přiřazené k-tým expertem j-tému kritériu

jestliže:

W=1.....úplná shoda hodnocení

W=0.....naprostá rozdílnost hodnocení

Číslo pořadí se určuje podle počtu bodů, které přiřadil expert daným kritériím. Kritérium, kterému dal nejvíce bodů, je v pořadí první a takto jsou seřazena i zbylá kritéria. Z určených hodnot poté stanovíme součet pořadí pro dané kritérium a tento součet dosadíme do vzorce pro koeficient shody expertů. Čím více se hodnota koeficientu blíží 1, tím větší shoda expertů nastala. Pokud by bylo při hodnocení expertů dosaženo nízké shody hodnocení (cca menší než 0,5), pak se doporučuje, aby si experti vzájemně vyměnili názory na hodnocení významnosti jednotlivých kritérií a provedli nové expertní hodnocení. Jestliže ani pak nedojde k vyhovující shodě, je vhodné experty vyměnit.



V našem případě:

|               |    |              |                 | KRITÉRIA           |   |                          |     |                        |      |                |    |    |
|---------------|----|--------------|-----------------|--------------------|---|--------------------------|-----|------------------------|------|----------------|----|----|
|               |    |              |                 | K1<br>cena<br>[Kč] |   | K2<br>otáčky<br>[ot/min] |     | K3<br>hmotnost<br>[kg] |      | K4<br>přesnost |    | Σ  |
| EXPERTI       | E1 | ČÍSLO POŘADÍ | α <sub>1j</sub> | 9                  | 1 | 7                        | 2   | 3                      | 3    | 2              | 4  | 21 |
|               | E2 |              | α <sub>2j</sub> | 6                  | 2 | 8                        | 1   | 4                      | 4    | 5              | 3  | 23 |
|               | E3 |              | α <sub>3j</sub> | 7                  | 1 | 5                        | 2,5 | 5                      | 2,5  | 4              | 4  | 21 |
|               | E4 |              | α <sub>4j</sub> | 8                  | 1 | 6                        | 2   | 4                      | 3    | 3              | 4  | 21 |
| součet pořadí |    |              |                 |                    | 5 |                          | 7,5 |                        | 12,5 |                | 15 |    |

Tabulka 7 - součet pořadí kritérií

Koeficient shody expertů:

$$W = \frac{12 \left[ \left( 5 - \frac{4(4+1)}{2} \right)^2 + \left( 7,5 - \frac{4(4+1)}{2} \right)^2 + \left( 12,5 - \frac{4(4+1)}{2} \right)^2 + \left( 15 - \frac{4(4+1)}{2} \right)^2 \right]}{4^2(4^3 - 4)}$$

$$W = 0,78$$

Z dosaženého výsledku vyplývá, že v tomto případě mají experti shodu 78% a tudíž je možné přistoupit k hodnocení variant.

## 4.2. Hodnocení variant

Po vyhodnocení kritérií, tj. stanovení vah jednotlivých kritérií, přistoupíme k závěrečné fázi, a to k hodnocení variant. Pro vyhodnocení byla použita metoda založená na přímém stanovení dílčích ohodnocení, jelikož její charakter nejlépe odpovídá řešenému problému.

### Aplikace metody založené na přímém stanovení dílčích ohodnocení

Nejprve byla sestavena následující tabulka, která bude sloužit jako bodovací stupnice. Byl zvolen rozsah bodů, a to tak, aby nejlépe vyhovoval intervalům daných parametrů. V tomto kroku je nutné uvědomit si, zda je dané kritérium nákladového nebo výnosového typu a tuto skutečnost zohlednit při sestavování tabulky.

|            |    | KRITÉRIA           |                          |                        |                |
|------------|----|--------------------|--------------------------|------------------------|----------------|
|            |    | K1<br>cena<br>[Kč] | K2<br>otáčky<br>[ot/min] | K3<br>hmotnost<br>[kg] | K4<br>přesnost |
| POČET BODŮ | 2  | ≥5tis              | ≤20 tis                  | ≥0,4                   | P5             |
|            | 4  | 4-5 tis            | 20-30 tis                | 0,3-0,4                | P5s            |
|            | 6  | 3-4 tis            | 30-40 tis                | 0,2-0,3                | P4             |
|            | 8  | 2-3 tis            | 40-50 tis                | 0,1-0,2                | P4s            |
|            | 10 | ≤2 tis             | ≥50 tis                  | ≤0,1                   | P3             |

Tabulka 8 – bodovací stupnice

Pro přehlednost byla znovu zařazena tabulka zadání a podle sestavené bodovací stupnice byly variantám přiřazeny body. Do tabulky byl přidán poslední řádek, kde je uvedena váha kritéria zjištěná v předchozím oddílu.

|                 |                    | KRITÉRIA           |                          |                        |                |
|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------------|
|                 |                    | K1<br>cena<br>[Kč] | K2<br>otáčky<br>[ot/min] | K3<br>hmotnost<br>[kg] | K4<br>přesnost |
| <b>VARIANTY</b> | <b>V1</b><br>(FAG) | 6255               | 56 000                   | 0,45                   | P4             |
|                 | <b>V2</b><br>(NSK) | 2160               | 36 000                   | 0,15                   | P3             |
|                 | <b>V3</b><br>(SKF) | 1985               | 36 000                   | 0,15                   | P4             |
|                 | <b>V4</b><br>(RHP) | 2658               | 35 000                   | 0,16                   | P3             |

Tabulka 9 – zadání

|                                  |                    | KRITÉRIA                 |                                |                              |                      |
|----------------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|
|                                  |                    | K1 – „N“<br>cena<br>[Kč] | K2 - „N“<br>otáčky<br>[ot/min] | K3 - „N“<br>hmotnost<br>[kg] | K4 - „N“<br>přesnost |
| <b>VARIANTY</b>                  | <b>V1</b><br>(FAG) | 2                        | 10                             | 2                            | 6                    |
|                                  | <b>V2</b><br>(NSK) | 8                        | 6                              | 8                            | 10                   |
|                                  | <b>V3</b><br>(SKF) | 10                       | 6                              | 8                            | 6                    |
|                                  | <b>V4</b><br>(RHP) | 8                        | 6                              | 8                            | 10                   |
| <b>váha důležitosti kritéria</b> |                    | 0,351                    | 0,302                          | 0,187                        | 0,161                |

Tabulka 10 – přiřazení bodů

Každý přidělený bod byl vynásoben váhou kritéria, která mu přísluší, a tím jsme získali obodování daných variant na základě vah jejich kritérií. Pro každou variantu byl proveden součet bodů a počet bodů udává výsledné pořadí pro danou variantu.

|                 |                    | KRITÉRIA                 |                                |                              |                      | SOUČET<br>BODŮ | VÝLEDNÉ<br>POŘADÍ |
|-----------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------|-------------------|
|                 |                    | K1 - „N“<br>cena<br>[Kč] | K2 - „N“<br>otáčky<br>[ot/min] | K3 - „N“<br>hmotnost<br>[kg] | K4 - „N“<br>přesnost |                |                   |
| <b>VARIANTY</b> | <b>V1</b><br>(FAG) | 0,702                    | 3,012                          | 0,373                        | 0,969                | 5,056          | <b>4.</b>         |
|                 | <b>V2</b><br>(NSK) | 2,807                    | 1,807                          | 1,491                        | 1,615                | 7,720          | <b>2.</b>         |
|                 | <b>V3</b><br>(SKF) | 3,509                    | 1,807                          | 1,491                        | 0,969                | 7,776          | <b>1.</b>         |
|                 | <b>V4</b><br>(RHP) | 2,807                    | 1,807                          | 1,491                        | 1,615                | 7,720          | <b>2.</b>         |

Tabulka 11 – agregace kritérií





|    | A | B        | C                     | D            | E            | F            | G            | H | I | J | K | L |
|----|---|----------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---|---|---|---|---|
| 27 |   |          |                       |              |              |              |              |   |   |   |   |   |
| 28 |   |          |                       | KRITÉRIA     |              |              |              |   |   |   |   |   |
| 29 |   |          |                       | K1           | K2           | K3           | K4           |   |   |   |   |   |
| 30 |   |          |                       | cena         | otáčky       | hmotnost     | přesnost     |   |   |   |   |   |
| 31 |   |          |                       | [Kč]         | [ot/min]     | [kg]         | [-]          |   |   |   |   |   |
| 32 |   | VARIANTY | V1                    | 2            | 10           | 2            | 6            |   |   |   |   |   |
| 33 |   |          | (FAG)                 |              |              |              |              |   |   |   |   |   |
| 34 |   |          | V2                    | 8            | 6            | 8            | 10           |   |   |   |   |   |
| 35 |   |          | (NSK)                 |              |              |              |              |   |   |   |   |   |
| 36 |   |          | V3                    | 10           | 6            | 8            | 6            |   |   |   |   |   |
| 37 |   | (SKF)    |                       |              |              |              |              |   |   |   |   |   |
| 38 |   | V4       | 8                     | 6            | 8            | 10           |              |   |   |   |   |   |
| 39 |   | (RHP)    |                       |              |              |              |              |   |   |   |   |   |
| 40 |   |          | váha důležitosti krit | <b>0,351</b> | <b>0,301</b> | <b>0,186</b> | <b>0,161</b> |   |   |   |   |   |
| 41 |   |          |                       |              |              |              |              |   |   |   |   |   |

Obrázek 16 – Excel: obodování variant

$=\$D\$40*D32$        $=SUMA(D46:K47)$        $=RANK(L46;L46:L53)$

|    | A | B        | C     | D        | E        | F        | G        | H | I | J | K | L           | M               | N |   |
|----|---|----------|-------|----------|----------|----------|----------|---|---|---|---|-------------|-----------------|---|---|
| 41 |   |          |       |          |          |          |          |   |   |   |   |             |                 |   |   |
| 42 |   |          |       | KRITÉRIA |          |          |          |   |   |   |   |             |                 |   |   |
| 43 |   |          |       | K1       | K2       | K3       | K4       |   |   |   |   |             |                 |   |   |
| 44 |   |          |       | cena     | otáčky   | hmotnost | přesnost |   |   |   |   | součet bodů | výsledné pořadí |   |   |
| 45 |   |          |       | [Kč]     | [ot/min] | [kg]     | [-]      |   |   |   |   |             |                 |   |   |
| 46 |   | VARIANTY | V1    | 0,702    | 3,012    | 0,373    | 0,969    |   |   |   |   | 5,056       | 4               |   |   |
| 47 |   |          | (FAG) |          |          |          |          |   |   |   |   |             |                 |   |   |
| 48 |   |          | V2    | 2,807    | 1,807    | 1,491    | 1,615    |   |   |   |   |             |                 | 2 |   |
| 49 |   |          | (NSK) |          |          |          |          |   |   |   |   |             |                 |   |   |
| 50 |   |          | V3    | 3,509    | 1,807    | 1,491    | 0,969    |   |   |   |   |             |                 |   | 1 |
| 51 |   | (SKF)    |       |          |          |          |          |   |   |   |   |             |                 |   |   |
| 52 |   | V4       | 2,807 | 1,807    | 1,491    | 1,615    |          |   |   |   |   |             |                 |   |   |
| 53 |   | (RHP)    |       |          |          |          |          |   |   |   |   |             |                 | 2 |   |
| 54 |   |          |       |          |          |          |          |   |   |   |   |             |                 |   |   |

Obrázek 17 – Excel: agregace kritérií

## 4.4. Vyhodnocení

Z dosažených výsledků je patrné, že nejvíce vyhovující variantou, z hlediska stanovených kritérií, je varianta V3, a to ložiska značky SKF s označením SKF 7007 CD P4A. Varianty V2 a V4 jsou vyhodnoceny jako shodné. Varianta V1 byla vyhodnocena, jako ta, která nejméně vyhovuje daným kritériím. Je důležité si připomenout, že výsledkem vícekritériálního hodnocení variant není pouze určení takzvaně nejlepší varianty ale hlavně určení pořadí variant a zhodnocení do jaké míry se od sebe výsledky vyhodnocení liší.

V našem případě můžeme z výsledného počtu bodů u každé varianty vyčíst, že výsledky variant V2, V3 a V4 se liší pouze nepatrně. V tomto konkrétním případě vyhodnotíme variantu V1 jako nevyhovující a při výběru finální varianty se budeme řídit dalšími faktory, které ovlivňují výběr výsledné varianty. Těmito faktory jsou například: dodací podmínky, množstevní slevy a další benefity které nabízí prodejci odběratelům.

## 5. Závěr

Závěrem své bakalářské práce bych ráda zhodnotila její jednotlivé kapitoly, a následně i přínos aplikace vícekritériálního rozhodování ve společnosti FOINIA s.r.o.

V teoretické části byly popsány způsoby, jakými se postupuje při využívání vícekritériálního rozhodování v rámci rozhodovacího procesu. Byly popsány jak metody využívané ke stanovení váhy kritérií, tak metody hodnocení variant. Při výběru vhodné metody je nutné si uvědomit, že pro různé soubory kritérií a variant je vhodné zvolit různé metody stanovování jejich vah a vyhodnocování. To, jaká metoda bude zvolena, závisí hlavně na znalostech a zkušenostech rozhodovatele. Je nutné, aby rozhodovatel zvolil takovou metodu, která přinese dostatečně vypovídající výsledky, ale zároveň nebude její aplikace



příliš složitá a časově náročná, jelikož na úspěch podniku má vliv nejen kvalita rozhodnutí ale i rychlost se kterou bude provedeno.

V analytické části byla představena společnost a byl určen předmět aplikace vícekriteriálního rozhodování. Ve spolupráci s experty na danou problematiku byla stanovena kritéria a byly vybrány varianty, se kterými se následně pracovalo v následující části práce.

V návrhové části byly na vybraná kritéria a varianty aplikovány metody vícekriteriálního rozhodování a z následné implementace byla určena jak nejvhodnější varianta, tak bylo stanoveno preferenční pořadí variant.

Po vyhodnocení výsledků dosažených v této práci bych vedení společnosti FOINIA s.r.o. doporučila zvážit využívání některých z metod vícekriteriálního rozhodování a to hlavně proto, že na základě snadného vyhodnocení získáváme podklady pro zdůvodnění daného rozhodnutí. Dále bych doporučila určit, jaké metody by bylo vhodné využívat pro dané rozhodovací problémy. Jako poslední bych ráda zmínila, že i přes nepopiratelný význam metod vícekriteriálního rozhodování není vhodné opomínat jednoduché strategie volby variant. V každém rozhodovacím procesu zůstávají velice důležité subjektivní pocity a zkušenosti, ač tyto skutečnosti samy o sobě nebývají v metodách vícekriteriálního rozhodování zohledněny.

Myslím si, že v bakalářské práci bylo splněno zadání a že její prostudování bude mít přínos pro budoucí manažerské rozhodování ve společnosti FOINIA s.r.o.

## 6. Bibliografie

1. **Šubrt, Tomáš.** *Ekonomicko - matematické metody.* Plzeň : Aleš Čeněk, 2011.
2. **Jiří Fotr, Lenka Švecová.** *Manažerské rozhodování.* Praha : Ekopress s.r.o., 2010.
3. SKF online katalog ložisek. *www.skf.com.* [Online] 2015. [Citace: 1. duben 2015.]  
<http://www.skf.com/cz/knowledge-centre/engineering-tools/ptp-online-catalogue.html>.
4. **Jan Kožíšek, Barbora Stieberová, Ladislav Vaniš.** vysokoškolská skripta. *Statistická a rozhodovací analýza.* Praha : Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2008.

## 7. Seznam literatury

**on-line katalog SKF** [online]. Dostupné z WWW: <http://www.skf.com/cz/knowledge-centre/engineering-tools/ptp-online-catalogue.html> [cit. 1.4.2015].

**BROUSSEAU K.R., DRIVER M.J., HOURIHAN G., LARSSON R.** *The Seasoned Executive's Decision-Making Style*. 1987. 2, New York: Academic Press.

**FOTR J., ŠVECOVÁ L. A KOL.** *Manažerské rozhodování*. 2010. 2, Praha: Ekopress, ISBN 978-80-86929-59-II.

**GROS IVAN.** *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*. 2003. 1, Praha: Grada Publishing, ISBN 80-247-0621-8.

**KAVAN MICHAEL.** *Výrobní a provozní management*. 2002. 1., Praha: Grada Publishing, ISBN 80-247-0199-5.

**KOŽÍŠEK JAN, STIEBEROVÁ BARBORA, VANIŠ LADISLAV.** *Statistická a rozhodovací analýza*. 2008. Praha: Česká technika.

**ŠUBRT TOMÁŠ.** *Ekonomicko-matematické metody*. 2011. 1., Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, ISBN 978-80-7380-345-2.

**VROOM VH, JAGO AG.** *Decision Making as a Social Problem: Normative and Descriptive Models of Leader Behaviour*. 1979. 4, Decision Sciences.

**ŽÁČEK VLADIMÍR.** *Management podniku*. 2009. 1, Praha: Nakladatelství ČVUT, ISBN 978-80-01-04370-7.

## 8. Seznam obrázků

|  |  |
|--|--|
| Obrázek 1 – vztah cíle, kritérií a variant řešení .....    | 10                                     |
| Obrázek 2 – přehled metod pro stanovení vah kritérií ..... | 12                                     |
| Obrázek 3 – uložení ložisek ve vřetení .....               | 28                                     |
| Obrázek 4 – srovnání přesností .....                       | 29                                     |
| Obrázek 5 – stykový úhel.....                              | 30                                     |
| Obrázek 6 – uložení do "O" .....                           | 31                                     |
| Obrázek 7 – uložení do "T" .....                           | 31                                     |
| Obrázek 8 – specifikace varianty V1 .....                  | 33                                     |
| Obrázek 9 – specifikace varianty V2 .....                  | 34                                     |
| Obrázek 10 – specifikace varianty V3 .....                 | 35                                     |
| Obrázek 11 – specifikace varianty V4 .....                 | 36                                     |
| Obrázek 12 – Excel: přiřazení bodů kritériím .....         | 45                                     |
| Obrázek 13 – Excel: váhy důležitosti kritérií.....         | 45                                     |
| Obrázek 14 – Excel: součet pořadí .....                    | <b>Chyba! Záložka není definována.</b> |
| Obrázek 15 – Excel: přiřazení bodů .....                   | <b>Chyba! Záložka není definována.</b> |
| Obrázek 16 – Excel: agregace kritérií .....                | <b>Chyba! Záložka není definována.</b> |

## 9. Seznam tabulek

|   |    |
|---|----|
| Tabulka 1 – Saatym doporučená bodová stupnice s deskriptory ..... | 14 |
| Tabulka 2 – přehled jednoduchých metod.....                       | 21 |
| Tabulka 3 – přehled kritérií a variant .....                      | 37 |
| Tabulka 4 – bodovací stupnice .....                               | 38 |
| Tabulka 5 – přiřazení bodů kritériím .....                        | 38 |
| Tabulka 6 – váhy důležitosti kritérií.....                        | 39 |
| Tabulka 7 – součet pořadí kritérií.....                           | 41 |
| Tabulka 8 – bodovací stupnice .....                               | 42 |
| Tabulka 9 – zadání .....  | 43 |
| Tabulka 10 – přiřazení bodů .....                                 | 43 |
| Tabulka 11 – agregace kritérií .....                              | 44 |