

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra řízení



Diplomová práce

Aplikace rozhodovacích metod

Filip Karlík

© 2018 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Filip Karlík

Provoz a ekonomika

Název práce

Aplikace rozhodovacích metod

Název anglicky

Application of decision making methods

Cíle práce

Cílem diplomové práce je zhodnocení současného stavu řešené problematiky ve smyslu analýzy aplikovatelnosti rozhodovacích metod do oblasti manažerského rozhodování. Navazujícím cílem je, na základě rešeršní charakteristiky jednotlivých rozhodovacích metod a uvedení jejich aplikačního omezení (vhodná/nevhodná), aplikovat některé vybrané metody na skutečný rozhodovací úkol v rámci řízení podnikových procesů.

Metodika

Převážně teoretická část literární rešerše je založená na studiu, analýze a srovnávání různých odborných dokumentů (primárních i sekundárních pramenů). Návrhová část práce je založena na empirickém výzkumu faktorů ovlivňujících efektivitu manažerského rozhodování.

Doporučený rozsah práce

60 až 80 stran A4

Klíčová slova

Rozhodování, kontradikce, racionální výběr, management

Doporučené zdroje informací

Fiala, P. Skupinové rozhodování. Vysoká škola ekonomická v Praze 1997, ISBN: 80-7079-044-X.

Fotr, J., Dědina, J. Manažerské rozhodování. Ekopress, s. r. o. 2003, ISBN: 80-86119-69-6.

Gros, I. Kvantitativní metody v manažerského rozhodování. Grada Publishing, a. s. 2003, ISBN: 80-247-0421-8.

Němec, V. Projektový management. Praha, Grada Publishing 2002.

Wisniewski, M. Metody manažerského rozhodování. Praha : Grada, 1996. 507 s. ISBN 80-7169-089-9.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – PEF

Vedoucí práce

doc. Ing. Tomáš Macák, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra řízení

Elektronicky schváleno dne 6. 2. 2018

prof. Ing. Ivana Tichá, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 2. 2018

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 20. 02. 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Aplikace rozhodovacích metod" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.3.2018

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Tomáši Macákovi, Ph.D. za odborné vedení a vstřícnost při zpracovávání. Dále děkuji Ing. Zdeňku Kopalovi a Ing. Karlu Sibrtovi za technické konzultace.

Aplikace rozhodovacích metod

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá aplikací rozhodovacích metod. Teoretická východiska definují základní pojmy spojené s problematikou rozhodování. Popisují se zde prvky, procesy a metody rozhodování. Podrobně se vysvětlují postupy stanovení vah a metody vícekritériálního rozhodování. Praktická část řeší problém výběru LED osvětlení v divadle. Představí se společnost, která navrhne řešení modernizace osvětlení a popíše se technologie produktů, ze kterých dojde k výběru varianty. Dvojice hodnotitelů sestaví soubor variant z produktového katalogu firmy. Vytvoří také kritéria, kterým přiřadí váhu a metodou WSA a TOPSIS určí pořadí variant. Nejlepší varianta je zhodnocena jako investice do úsporného opatření a následně doporučena.

Klíčová slova: Rozhodování, Kritérium, Váha, Varianta, Výběr, LED osvětlení

Application of Decision-Making Methods

Abstract

The diploma thesis focus on application of decision-making methods. The theoretical base defines basic concepts related to decision-making. Elements, processes and decision-making methods are described. The procedures for criteria weights and multi-criteria decision-making are explained in detail. Practical part is solving the problem of choosing LED lighting in the theater. There is introduced a company that will propose solutions for lighting modernisation and the technology of the products from which the variant will be selected is described there. A pair of referees build a set of variants from the company's product catalog. They also select criteria, assign weights and the WSA and TOPSIS method is used for ranking the variants. The best option is considered as an investment into power saving and then recommended.

Keywords: Decision-making, Criteria, Weight, Variation, Choice, LED light

Obsah

Seznam obrázků	9
Seznam tabulek	9
1 Úvod	10
2 Cíl práce a metodika	11
2.1 Cíl práce.....	11
2.2 Metodika.....	11
3 Teoretická východiska	12
3.1 Metody manažerského rozhodování.....	12
3.2 Deterministické rozhodování.....	18
3.3 Jednoduché heuristické přístupy volby variant.....	19
3.4 Výběr přístupu hodnocení variant.....	20
3.5 Metody vícekritériálního hodnocení	23
3.6 Stanovení vah kritérií	32
3.7 Hrozby aplikace rozhodovacích metod	36
3.8 Hodnocení investic.....	39
4 Praktická část.....	41
4.1 Podnik ISC.....	41
4.2 Technologie LED.....	42
4.3 Rozhodovací problém.....	43
4.4 Aktuální rozhodovací proces	44
4.5 Stanovení kritérií.....	45
4.6 Soubor variant.....	47
4.7 Stanovení vah kritérií	50
4.8 Aplikace rozhodovacích metod.....	60
4.9 Hodnocení investice	69
5 Zhodnocení výsledků a doporučení.....	72
6 Závěr	73
7 Seznam použitých literárních zdrojů	75
8 Přílohy.....	77

Seznam obrázků

Obrázek 1 Lineární funkce – vlastní zpracování	27
Obrázek 2 Progresivní funkce – vlastní zpracování.....	28
Obrázek 3 Degresivní funkce – vlastní zpracování.....	28
Obrázek 4 Graf variant v síti kritérií – vlastní zpracování	50
Obrázek 5 Váhy kritérií pro H1 a H2 – vlastní zpracování	60
Obrázek 6 Graf dílčích výsledků- v závorce finální pořadí - vlastní zpracování	69

Seznam tabulek

Tabulka 1 Rysy rozhodování za nejistoty.....	16
Tabulka 2 Příklad tabulky očekávaných výnosů.....	16
Tabulka 3 Kriteriaální matice	50
Tabulka 4 Metoda pořadí – H1 přiřazené pořadí	52
Tabulka 5 Metoda pořadí – H1 body a výsledné váhy.....	53
Tabulka 6 Metoda pořadí – H2 přiřazené pořadí	53
Tabulka 7 Metody pořadí – H2 výsledné váhy	54
Tabulka 8 Metoda alokace 100 bodů – H1 body a výsledné váhy.....	55
Tabulka 9 Metoda alokace 100 bodů – H2 body a výsledné váhy.....	55
Tabulka 10 Dvojice kritérií ve Fullerovo trojúhelníku	56
Tabulka 11 Fullerův trojúhelník – H1	56
Tabulka 12 Výsledné váhy Fullerův trojúhelník – H1	57
Tabulka 13 Metoda Fullerova Trojúhelníku – H2	57
Tabulka 14 Fullerův trojúhelník – H2 Výsledné body a váhy.....	58
Tabulka 15 vektor vah – H1	59
Tabulka 16 vektor vah – H2	59
Tabulka 17 Tabulka kriteriaální matice	61
Tabulka 18 Upravená kriteriaální matice s ideální a bazální variantou.....	61
Tabulka 19 Kriteriaální matice "R"	62
Tabulka 20 WSA H1 Výsledek.....	63
Tabulka 21 Výsledek WSA H2.....	63
Tabulka 22 TOPSIS H1 Normalizovaná kriteriaální matice R2	64
Tabulka 23 TOPSIS H1 matice W1	65
Tabulka 24 TOPSIS H1 Vzdálenosti variant.....	65
Tabulka 25 TOPSIS H1 výsledné pořadí	66
Tabulka 26 TOPSIS H2 matice W2	67
Tabulka 27 TOPSIS H2 Vzdálenosti.....	67
Tabulka 28 TOPSIS H2 Výsledek	68
Tabulka 29 Výpočet ročních nákladů.....	70
Tabulka 30 Doba návratnosti.....	71

1 Úvod

Rozhodování je činnost, spojená se životem člověka tak silně, že si její přítomnosti nemusíme ani všimnout. Součástí lidského života od jeho počátku jsou chvíle, ve kterých se jedná o drobná rozhodnutí, někdy ale také o celém budoucím životě.

Jedná se o ty situace, ve kterých máme hlavní slovo. Vlastním uvážením určíme, co se stane a máme za to osobní odpovědnost. Dospělý člověk rozhoduje o své profesi, o svém vzdělání, o tom, s kým si přeje strávit celý život a také za své volby nese odpovědnost. U dětí je situace jiná do té doby, než svým rozhodnutím nechtěně něco rozbijí. Ovlivní tím nejen sebe, ale i věci kolem. Odpovědnost za ně do dospělosti mají rodiče. Rodiče rozhodují o svých dětech sami, a to i bez jejich účasti na rozhodování. Mají v rukou volby s dopady, které si ani nemusí uvědomit. Důsledky volby je dobré znát před rozhodnutím, ne vždy je to ale možné.

Manažerské rozhodování vyplývá z popsaných situací, kdy jeden člověk rozhoduje a dopady se projeví nejen na věcech ale také na lidech. Manažer je ale osoba kompetentní, s přidělenými pravomocemi a oblastí působení. Očekávat vždy správné rozhodnutí je přesto nemožné, jedná se také o člověka, který může chybovat. Nese stejně jako v případě rodičů odpovědnost a řeší situace vzniklé jeho působením. Prosperita podniku přímo závisí na rozhodování manažera. V praxi není obvyklé využívání rozhodovacích metod, přitom jsou aplikovatelné na celou řadu oblastí například: finanční, investiční, personální a další. Využití, byť základních metod rozhodování zpřesní, odůvodní a obecně zlepší působení mnohých manažerů.

Věda zabývající se rozhodováním se nazývá teorie rozhodování. Řeší praktické problémy a spadá pod vědu o řízení. Řešení nachází na základě konstrukce matematických modelů, a to jak pro problémy jednoduché z oblasti teorie her, tak pro problémy komplexní na bázi vícekritériálního rozhodování. Eviduje se rozdílnost volby spojené se specializací. Náhled ekonomů na stejný problém je odlišný od náhledu technika.

Akceptováním uvedených skutečností se nacházíme před společností, která realizuje zakázky v řádech 100 000 Kč a produkt, který je předmětem obchodního případu má předpoklady k tomu být porovnáván kvantitativními metodami. Správnost rozhodnutí jde potvrdit aplikací rozhodovacích metod. Snahou této práce je představit a přivést metody skýtající pro rozhodovatele mnoho výhod do každodenní praxe, nejen ve vybrané společnosti.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Primární cíl diplomové práce je nalezení kompromisní varianty rozhodovacího problému v prostředí vybraného podniku. V analytické části je dílčím cílem obsažení klíčových teoretických poznatků spojených s tématem rozhodování a důkladné zaměření na metody rozhodování, které budou potřebné k řešení skutečné zakázky. Cíle praktické části jsou:

- Představení společnosti a moderní technologie vybraného úsporného produktu
- Popis současného stavu rozhodovacího procesu ve firmě a specifikace zakázky
- Výběr kompromisní varianty ze souboru variant a kritérií
- Závěrečný úkolem je ohodnocení výsledné varianty jako investice a předání řešení včetně kompletních podkladů a doporučení zástupci společnosti

2.2 Metodika

Zpracování diplomové práce na sebe postupně navazuje, a tudíž splnění primárního cíle začíná prvotní analýzou dostupných literárních zdrojů. Z popisu základních pojmů se vyvodí další oblasti literární rešerše potřebné ke komplexnějšímu uvedení do problematiky tématu rozhodování. Zvláštní pozornost se věnuje teorii sestrojení souboru variant, metodám stanovení vah a metodám výběru kompromisní varianty.

Praktická část využije získaných poznatků k sestrojení souboru přípustných řešení praktického případu. Dvojice zástupců společnosti vybere produkty z aktuálního nabídkového portfolia firmy. Výběr se zredukuje pouze na varianty nedominované. Zmínění zástupci také určí kritéria rozhodování. Podrobně zdokumentovaná teoretická východiska se aplikují při sestrojení vektorů vah metodou pořadí, alokace 100 a Fullerova trojúhelníku. Komparací výsledků a postupů se vybere jedna z metod pro další použití v rozhodovacím modelu. Provedení výpočtů metodou WSA a TOPSIS určí čtveřici pořadí, ze které se vybere jedna kompromisní varianta pro oba dva hodnotitele. Výsledné variantě se výpočtem zjistí doba návratnosti investice.

3 Teoretická východiska

3.1 Metody manažerského rozhodování

Manažeři jsou během své každodenní činnosti vystavováni řadě problémů, jenž je nutné řešit. V těchto případech nestačí, aby se manažer s problémy pouze pokoušel seznámit, analyzoval je a specifikoval příčiny jejich vzniku. Je nezbytné, aby jednal. Ideálně by měl eliminovat příčiny vzniku, případně alespoň omezit vliv na vnitřní prostředí organizace. Musí se tedy správně rozhodnout a vyhledat nejlepší možné řešení existujícího problému, aby bylo jeho úsilí úspěšné. (Mohelská, 2012)

„Rozhodovatel je osoba, nebo skupina osob, která má za úkol učinit rozhodnutí“ (Brožová, 2005)

Každý z nás dělá denně spoustu rozhodnutí. Mnohdy si však těchto úkonů není vědom. Schopnost rozhodnout se je považována za zcela přirozený a samozřejmý počin. Doopravdy tomu tak není. Majoritní složka lidí se rozhodovat neumí, nebo tuto dovednost ovládá, ale neodvážá se ji aplikovat. Jsme si totiž vědomi toho, že každé rozhodnutí má jisté důsledky, za které si neseme zodpovědnost. Manažerovou povinností je však přijímat rozhodnutí a nalézat účelná východiska.

Podnikatelské problémy vznikají kdykoliv. V případě, že dojde k odchylce mezi očekávaným vývojem jevu a skutečným průběhem. Problém může být vyvolán negativní, ale zároveň též pozitivní odchylkou. Vznikající problém si musíme zároveň charakterizovat, specifikací základních rysů identifikované odchylky (tj. mezi skutečností a očekáváním).

Identifikace příčiny vniklé odchylky lze provést zodpovězením otázek:

V jakých situacích se problém projevuje? Jakým způsobem se projevuje?	Ve kterých případech by se mohl projevit?
Kde se s problémem můžeme setkat?	Kdy by se mohl vyskytnout?
Kdy se problém poprvé vyskytl?	Kdy se neprojevuje?
Jak často se problém vyskytuje?	Kdy se neprojevuje, přestože by mohl?
V jakém rozsahu se problém vyskytuje?	V jakém rozsahu se může vyskytnout?

(Mohelská, 2012)

3.1.1 Proces rozhodování

Aby se manažer dokázal správně rozhodnout, musí být srozuměn s charakterem rozhodovacího procesu. Vlastní rozhodování probíhá ve čtyřech fázích, těmi jsou: percepční, kognitivní, vyhodnocovací a prováděcí.

- Model rozhodovací situace je realizován v první fázi. Model je vytvořen na základě detailní specifikace existujícího problému a za využití informace o průběhu volby a výsledku rozhodnutí o řešení podobného problému. Rozhodovací situace je dle popisu charakterizována takto: vytyčení existujícího problému, výčet nejpravděpodobnějších příčin vzniku a vymezení omezujících podmínek, které musí rozhodující v dalších fázích respektovat.
- Příčiny vzniku problému jsou specifikovány na základě výsledků z první fáze. Ve druhé fázi jsme tedy schopni navrhnout alternativy možného řešení. Každá z alternativ představuje realizovatelná opatření, umožňující skutečné řešení problému. Všechny alternativy přitom nabízí určité výhody a nevýhody.
- Ve třetí fázi hodnotíme možné přínosy alternativ řešení vygenerovaných ve druhé fázi. Musíme si nejprve stanovit kritéria, která budeme moci využít při výběru nejlepších z možných alternativ. Během specifikace faktorů, jež determinují pozitiva každé z deklarovaných alternativ, je výběr podmíněn vyhledáním extrému kritériální funkce, jež vliv zmíněných faktorů vymezuje.
- Ve čtvrté fázi, která je zároveň závěrečnou, dochází k uskutečnění přijatého rozhodnutí o výběru nejvhodnější alternativy řešení problému. V ní je formulovaný výstup doprovázen plánem o uskutečnění opatření, jež jsou součástí akceptovaného rozhodnutí. (Fiala, 2008)

Výběr nejvhodnější z alternativ rozhodnutí se stává svou podstatou odpovědí rozhodujícího subjektu na problém, o kterém rozhoduje. Výše popsané čtyři základní fáze spadají pod pojem rozhodovací proces, který je charakterizován následujícími rysy:

- cílovost – rozhodnutím se snaží dospět k dosažení určitého cíle
- anticipace – rozhodující usiluje o odstranění případných příčin vzniku očekávaných problémů
- učení se – rozhodování je podmíněno snahou o vyvarování se chyb, ke kterým došlo dříve při užití výsledků během předcházejících rozhodnutí

- adaptabilita – subjekt usiluje o soulad řešení problému s možnostmi organizace uskutečnit jím deklarované postupy řešení (Mohelská, 2012)

Samotné rozhodování probíhá většinou za podmínek situačního omezení, kterými jsou:

- Rozsah pravomocí v závislosti na hierarchii managementu organizace.
- Čas, jímž subjekt disponuje pro realizaci přijatého rozhodnutí je jedním ze zásadních faktorů. Samozřejmě nemůžeme též opominout výši nákladů, díky které je možné přijaté rozhodnutí uvést do života.
- Sociální klima uvnitř organizace. Opatření pro realizaci musí být pracovníky sociálně akceptovatelná.
- Stres, jemuž je subjekt vystaven. Intenzita jeho působení se odráží na výsledném rozhodnutí. Subjekt, který se rozhoduje, musí být i za těchto podmínek kompetentní k vytvoření vhodného plánu řešení problému. (Blažek, 2011)

Výsledky rozhodovacího procesu spějí k zahájení činností, sloužících k odstranění problému, jenž tento proces vyvolal. Mají též zpětnovazebnou působnost – stávají se zdrojem poučení a zkušeností. Informace o výsledku realizace rozhodnutí jsou cenným materiálem při dalších rozhodovacích procesech, proto jsou uloženy do informační základny. Ta se stává zdrojem pro získání vstupních informací pro nově připravovaná rozhodnutí.

Rozhodování se neobejde bez informací. Informace tedy musí být v percepční fázi zpracovány z vnímaných údajů o charakteru problému. V pojetí obecné definice je informace fenomén, jenž odstraňuje neurčitost znalostí o určitém jevu, předmětu, osobě či události. Je třeba definovat vztah mezi následujícími pojmy: údaj, informace a znalost.

- Údaj: Definován jako nehmotný odraz reality vnějšího světa. Realitu kvantifikuje či odráží její kvalitu
- Informace: Vzniká na základě provázání dvou údajů, díky čemuž obraz reality získává informační ohodnocení.
- Znalost: Vzniká účelným uspořádáním informací, které se týkají určitého jevu či objektu. Znalost jedince je rozšiřována jeho intelektuálním úsilím. Doplňování nových informací, k již existujícím strukturám vazeb.

(Veber, 2009)

3.1.2 Techniky rozhodování

V rozhodovacím procesu, se uplatňují tyto kategorie prvků:

- Rozhodovací proměnné – prvky, jež jsou předmětem rozhodování (příklady: rozhodnutí o nové jednotce výroby-umístění, velikost atd.)
- Exogenní veličiny – nepostradatelné faktory okolí, jež ovlivňují rozhodovací situaci, přičemž jejich vliv na situaci organizace ovlivňovat nemáme šanci
- Kritéria hodnocení – slouží k výběru nejvhodnější varianty z možných alternativ
- Stavové veličiny – popisují mezivýsledky řešení rozhodovacího problému
- Omezující podmínky – určují prostor přípustného řešení problému a jsou určovány externími a interními faktory

Ještě, než subjekt začne formulovat alternativy řešení posuzovaného problému, je třeba, aby identifikoval všechny prvky, které jsou pro rozhodování zásadní. Také musí vymezit vzájemné souvislosti mezi těmito prvky. (Mohelská, 2012)

Existují tři základní techniky rozhodování: deterministická, stochastická a fuzzy. Charakter rozhodovací situace je rozhodující pro jejich užití.

- Deterministický typ rozhodování operuje s úplným modelem rozhodovací situace. Aplikace je založena na užití hodnotitelské tabulky během volby nejvhodnější alternativy rozhodnutí
- Stochastický typ rozhodování je vhodný v případě, kdy je možné definovat riziko během realizace každé z alternativ rozhodnutí. Aplikace technik stochastického rozhodování má základ v pravděpodobnostním modelu rozhodovací situace. Velikost očekávané hodnoty přínosu determinuje výběr výsledného hodnocení.
- Fuzzy typ rozhodování uplatníme za podmínek úplné nejistoty rozhodovací situace, kdy nemůžeme vymezit ani pravděpodobnost vzniku jevů, jež jsou důležité pro vhodnou volbu výsledného rozhodnutí. Fuzzy rozhodovací technika aplikuje postupy intuitivní heuristiky v případech nejlepší volby z možných alternativ. (Dostál, 2005)

Populace je psychicky uzpůsobena k aplikaci deterministických technik. Každý rozhodovací subjekt se proto snaží interpretovat i modely neurčitých a stochastických

situací rozhodování jako modely deterministické. Usnadňuje mu to většinou přijetí výsledného rozhodnutí, lze-li s tímto přístupem souhlasit. Ani na okamžik přitom nesmí zapomenout na podstatnou a mnohdy podceňovanou skutečnost, že většina rozhodnutí manažerů se uskutečňuje za podmínek nejistoty.

Během interpretace výsledků deterministických postupů, neodpovídajících skutečnosti situačního rámce, je tedy žádoucí, aby se subjekt vrátil zpět k výchozímu modelu situace rozhodování, jejímž řešením se věnuje. Následně musí uplatnit další techniky (nedeterministické) a výsledky získané aplikací deterministických technik, které dále zpracuje v souladu s charakterem neurčitosti. Rysy dvou základních rozhodovacích technik, využívaných za podmínek nejistoty shrnuje tabulka č. 1

Tabulka 1 Rysy rozhodování za nejistoty

Naprostá nejistota (fuzzy typ)	Rizika (pravděpodobnost)
pracuje s kvalitativními odhady vývoje do budoucna	pracuje s kvantitativními odhady budoucího vývoje za užití pravděpodobnosti
mlhavé modely	stochastické modely
rozhodovací heuristiky	analýza míry souhrnného rizika
alternativy: optimistická, modální, pesimistická	alternativy: akceptovatelné riziko

Zdroj: (Dostál, 2005)

Rozhodovací techniky pracují s tabulkou očekávaných výnosů, jenž má v konkrétních případech tři možnosti alternativ a tři možných podmínek. Příklad je v tabulce č. 2

Tabulka 2 Příklad tabulky očekávaných výnosů

	P1	P2	P3
A1	V11	V12	V13
A2	V21	V22	V23
A3	V31	V32	V33

Zdroj: (Mohelská, 2012)

Význam symbolů tabulky:

A.....alternativa rozhodnutí

P.....podmínky pro přijetí rozhodnutí

V....výnosnost alternativy v podmínkách

V případě deterministického rozhodování (tzn. s úplnou jistotou) se tabulka předpokládaných přínosů přemění ve sloupcový vektor. Posouzení výhod jednotlivých alternativ je možné zajistit analýzou tzv. hodnotitelské tabulky za užití metod vícekritériálního rozhodování za podmínek jistoty. (Mohelská, 2012)

Pokud je rozhodovací proces realizován v podmínkách úplné nejistoty, je potom vznik podmínek pro uplatnění některé alternativy rozhodnutí identifikován mírou náležitosti k množině mlhavých rozhodovacích situací. Výhodnost konkrétních alternativ je posuzována několika metodikami dle volby přístupu k ocenění hodnoty výnosu, jenž tato alternativa ve fuzzy rozhodovacích situacích nabízí.

Za předpokladu, že jsou alespoň částečně k dispozici informace o možnosti vzniku konkrétních podmínek pro rozhodnutí, je výhodné pracovat se stochastickým modelem tabulky očekávaných přínosů. Můžeme tak posoudit možnost vzniku rizika, spojeného s volbou každé z alternativ. (Weihrich, 1993)

Příčinou nejistoty v rozhodování je absence některých informací, které by byly zapotřebí k vytvoření úplného modelu rozhodovací situace. Nedostatek informací je způsoben tím, že některé informace jsou pro subjekt nedosažitelné kvůli časové tísně či nedostatku financí na krytí nákladů. Část informací potřebných ke tvorbě modelu vůbec neexistují, protože se týkají následujícího vývoje událostí.

Nemožnost zkonstruovat kompletní model situace však mimo objektivních příčin, ovlivňují i subjektivní příčiny (nedostatek odborných znalostí či organizační důvody).

Doporučení pro rozhodovací subjekt, aby se mohl vypořádat s nejistotou v rozhodovací situaci, lze shrnout do několika zásad:

- Obohacování modelu rozhodovací situace na podkladě nově nabytých informací v průběhu procesu umožňuje snižovat jeho neurčitost a zároveň tak snižovat úroveň rozhodovacích rizik v daném situačním modelu.
- Subjekt by neměl činit rozhodnutí sám. Měl by v průběhu některých fází spoléhat i na metodu kolektivního rozhodování. Užití těchto technik při heterogenní skladbě kolektivu umožňuje snížit neurčitost posuzované rozhodovací situace.
- Subjekt musí být vybaven odbornou způsobilostí. Ta mu zajistí v daném situačním rámci vhodně aplikovat metodiku rozhodování za podmínek neurčitosti.

(Smejkal, 2006)

V zájmu snižování neurčitosti během rozhodování v případě vhodně strukturovaných problémů přínosné pracovat s matematickými modely.

V případě nevhodně strukturovaných problémů lze užít ke snižování neurčitosti rozhodovací situace myšlenkové experimenty. Ty musí být realizovány v následujícím pořadí:

1. Zjištění problému a jeho rozklad na autonomní složky
2. Analýza vazeb mezi složkami a určení změn jejich průběhu a zároveň síly.
3. Vytváření potenciálních variant řešení. Hodnocení jejich dopadů během změn.
4. Snižování možných řešení, jež překračují rámec podmínek omezení.

Pro provedení úspěšných myšlenkových experimentů při řešení nevhodně strukturovaného problému lze charakterizovat těmito podmínkami:

- Zabezpečit dobrou přípravu subjektu a vytvořit široké spektrum pracovníků, kteří budou schopni s metodikou kreativního hledání nápadů pracovat
- Zvolit vhodné složení pracovníků pro kreativní diskusi.
- Zajistit vhodné podmínky pro realizaci zvolené metody postupu provedení procesu rozhodování. (Mohelská, 2012)

3.2 Deterministické rozhodování

Zvolení alternativ možných rozhodnutí je vlastně souborem úvah o možnosti eliminace příčiny problému. Pokud přijmeme rozhodnutí, jež je založeno na racionálním vyhodnocení účinnosti navržených alternativ rozhodnutí, hovoříme o tzv. deterministickém rozhodnutí. Proces tohoto typu rozhodování je realizováno ve dvou krocích.

Seznam kontrolních otázek

Na navrhované alternativy rozhodnutí je třeba aplikovat soubor shodných kontrolních otázek. Takto je možné odhalit nedodržení některého z požadavků, kladených na realizaci alternativ rozhodnutí. Alternativy, jež nesplňují tuto podmínku, je nutno eliminovat z dalšího zpracování.

Tvorba hodnotitelské tabulky

Nadstavba výsledků z předcházejícího kroku a spočívá ve vepsání hodnot do řádků a sloupců hodnotitelské tabulky. Touto tabulkou je znázorněno, jak konkrétní alternativy vyhovují požadavku splnění kritérií. Každé kritérium má svou přidělenou váhu, určující jeho významnost pro finální úspěch implementace deklarovaného rozhodnutí. Součet vah musí být roven 1.

Jako nejlepší z hodnocených alternativ může být ohodnocena ta, jejíž celkové ohodnocení je ze všech nejvyšší.

Výběr nejlepší alternativy z mnoha možných je často poznamenán netrpělivostí zhodnotit všechna kritéria výběru. Výsledkem je pak akceptování prvního použitelného rozhodnutí, které zdaleka nemusí být ideálním řešením. Při implementaci takto přijatých rozhodnutí dochází k častému výskytu organizační a politické bariéry. Dává se tedy přednost rozhodnutím „průchodným“ na místo lepších. (Mohelská, 2012)

3.3 Jednoduché heuristické přístupy volby variant.

Řešitelé se při hodnocení variant mohou dopouštět řady zjednodušení. Vybraná varianta může být vhodná k realizaci, ale nemusí být variantou optimální.

Mezi přednosti heuristických přístupů patří rychlé dosažení rozhodnutí. Jedná se o deskriptivní teorii rozhodování, nikoli normativní. Heuristiky jsou nazývána řešení rozhodovacích problémů, které jsou odrazem překážek – bariér řešení rozhodovacích problémů.

Prakticky využívané heuristické volby variant obsahují tyto strategie: minimalistická, známosti, důvěra v minulá rozhodnutí, lexikografická, Semilexikografická a satisfakce.

3.3.1 Strategie známosti

Při výběru ze dvou variant se varianta k realizaci stanoví na základě strategie známosti. Vybrána bývá známá varianta na základě předpokladu, že známost je zárukou kvality.

3.3.2 Minimalistická strategie

Pokud řešiteli není známá ani jedna varianta, je náhodně vybráno jedno kritérium. Rozhodovatel zkoumá, která varianta je dle kritéria lepší. Pokud dle náhodného kritéria nelze vybrat vhodnější variantu, řešitel zvolí další kritérium a postup se opakuje shodně s předchozím krokem.

3.3.3 Strategie založená na důvěře v minulá rozhodnutí

Volba varianty touto strategií je shodná s minimalistickou až na to, že řešitel nevolí kritérium náhodně, ale volí variantu z minula, obdobně. Pokud není varianta dle zvoleného kritéria vybrána, řešitel zvolí další kritérium, které usnadnilo rozhodnutí, případně volí náhodně další. (Grasseová, 2010)

3.4 Výběr přístupu hodnocení variant

Jedno kritériální hodnocení variant je využíváno na základě kritérií účelovosti, efektivnosti nebo hospodárnosti. Při řešení vyloučením některých kritérií může následně docházet k určitému zkreslení hodnocení. Extrémem je vyloučení všech kritérií až na nejdůležitější. Tím by bylo převedeno vícekritériální hodnocení na jedno kritériální, které by mohlo vést k nepřijatelnému zjednodušení. Heuristické přístupy jsou založeny na podkladě jednoho nebo dvou kritérií.

Další alternativou je převod kritérií na bezrozměrné vyjádření (hodnota, užitek, utilita). Tímto principem působí metody vícekritériálního hodnocení. Tyto metody lze dělit na dvě skupiny: metody přímého stanovení vah kritérií a na metody dle principu párového porovnání variant.

V jiném přístupu je vícekritériální hodnocení založeno na převodu kritérií na shodnou měrnou jednotku. Univerzální může být peněžní jednotka. Ne vždy však je tento způsob možný pro neoprávněné zjednodušení. Při těchto případech lze použít tzv. převodní můstky. Princip kompenzace hodnot kritérií je použit pro kompenzační metodu. Kompenzační metoda umožní výběr optimální varianty. Pomocí principu dominance a ekvivalentních výměn se vyloučí varianty a kritéria hodnocení. Kompenzační metoda nevyžaduje stanovení vah kritérií, která považuje za indiferentní.

Pravidla pro rozhodování za rizika a nejistoty jsou určena z hlediska kritéria ke stanovení nejvýhodnější varianty. Lze je použít při známém rozdělení pravděpodobnosti jejich vzniku. Při neznámém rozdělení jsou užitá pravidla rozhodování za nejistoty. Využití pravidel rozhodování za rizika se uplatní při aplikaci pravidla rozptylu, očekávané hodnoty, utility a střední hodnoty. Rozhodování za nejistoty jsou řízena pravidly minimax, maximax. Dále pravidla pojmenovaná po jejich autorech: Savageovo, Laplaceovo a Hurwiczovo. (Grasseová, 2010)

Zásadní faktory ovlivňující výběr metod vhodných pro hodnocení variant dle hodnotících kritérií jsou:

- Účel hodnocení variant dle výběru „efektivních“ variant, vyloučení „neefektivních“ variant, pořadí preferenčních variant, výběr nejlepší varianty.
- Počet kritérií hodnocení, resp. převažující kvalitativní či kvantitativní typ kritérií.

- Stanovení preferencí mezi kritériem včetně stanovení váhy kritérií a určení jejich pořadí důležitosti.
- Úplnost kritérií – definice důsledků u každého kritéria a u každé varianty.
- Softwarová podpora pro hodnocení variant je nutná vzhledem ke složitosti metod a náročnosti výpočtů.
- Subjektivita řešitele, která je závislá na znalostech a vědomostech řešitele problémů. Při neznalosti případně nepochopení složitějších metod může vzniknout vůči nim nedůvěra a z toho vyplývající upřednostňování metod pro něho srozumitelnějších. (Fotr, 2006)

3.4.1 Rozhodování v podmínkách rizika

Stochastické situace rozhodování řešitel odhaduje pravděpodobnosti vzniku alternativních rozhodovacích situací. Získá tím další dimenzi pro proces rozhodování. Dimenze hodnocení rizika přijatého rozhodnutí, spočívá na vyšším stupni fáze výběru informačního obsahu. V těchto případech rozhodovatel disponuje zvýšeným rozsahem informací o podmínkách, které ovlivňují rozhodovací proces, a může snížit míru racionality rozhodování alternativní volbou metody. Volba je stochastickou verzí tabulky předpokládaných výnosů, pokud nejistota vzniku situace není úplná, ale lze ji kvantifikovat jako náhodou hodnotu.

Správná volba modelu pravděpodobnosti je podmínkou úspěšného uplatnění této metody:

- Kvalita nakupovaného materiálu je hodnocena podle normálního rozložení podobnosti.
- Příchod zákazníků s určitou frekvencí je determinována Erlangovo modelem rozložení pravděpodobnosti
- Pravděpodobnost vzniku poruchy technologického zařízení je charakterizována „vanovou křivkou“
- Závažné konkurenční tahy rivalů jsou určeny Parettoým modelem. (Gavalec, 2011)

Stochastická verze tabulky očekávaných výnosů disponuje v záhlaví sloupců hodnotou pravděpodobnosti p_j značící vznik rozhodovací situace. V polích tabulky jsou uváděny hodnoty očekávaných výnosů v_{ij} z možných alternativ rozhodnutí a_i , případně hodnoty

ztráty ZNP_{ij} z nenaplněné příležitosti spjaté s aplikací každé alternativy rozhodnutí. Pro výběr nejlepšího z možných rozhodnutí se zvolí buď maximalizující hodnotu celkového přínosu EMV, nebo minimalizující celkovou výši ztráty nenaplněných příležitostí EOL. Stochastická podoba tabulky očekávaných výnosů obsahuje hodnoty celkového přínosu EMV (Expected Monetary Value) z každé alternativy rozhodnutí a_i je představena jako vážený průměr očekávaných výnosů jednotlivých rozhodovacích situací p_j . Každá váha zde představuje pravděpodobnost p_j při vzniku dané rozhodovací situace.

$$EMV_i = \sum p_j * v_{ij} \quad (3-1)$$

Pro počet řádků $i= 1, \dots, n$ a počet sloupců $j=1, \dots, m$

Výpočet celkové očekávané ztráty EOL (Expected Opportunity Loss) příležitosti je principiálně totožný s výpočtem hodnot EMV.

$$EOL_i = \sum p_i * ZNP_{ij} \quad (3-2)$$

Pro $ZNP_{ij} = V_{i \max} - V_{ij}$

Výběr rozhodnutí založený na maximalizaci EMV je taktéž shodný s výběrem minimalizace EOL. Analogie principu maximalizace výnosů odpovídá minimalizaci ztrát. (Mohelská, 2012)

3.4.2 Maximin

Pesimistická strategie rozhodování, spočívá na vyhledání takové alternativy, které minimální (MIN) výnosnost se ukazuje v tabulce výnosů jako (MAXI) nejvyšší. Rozhodovatel volí rozhodnutí, které již nemůže být horší. Vychází se z předpokladu, že nastane nejhorší možný vývoj situace okolností. (Fotr, 2006)

3.4.3 Maximax

Optimistická strategie rozhodování, vyhledá alternativu s maximální výnosností (MAX) v tabulce výnosů jako nejvyšší (MAXI). Volí se rozhodnutí s nejlepším možným výsledkem stavu okolností.

Nedostatek obou krajních strategií je orientace na jediný přínos s extrémní hodnotou. Nejsou brány v úvahu přínosy z ostatních alternativ. Nedostatek zmírní dvě dále uvedené strategie. (Brožová, 2003)

3.4.4 Minimax ztráta

Rozhodovací strategie modální aplikace pracuje s tabulkou ztrát, odvozené z tabulky výnosů. Udává se rozdíl mezi nejvyšším výnosem v_{ij} v každém sloupci pro podmínku p_j a přínosem z alternativ a_i v tomtéž sloupci. Sloupec charakterizuje výši ztráty z příležitosti, která se ale nerealizuje vyplývající ze zvolení jiné alternativy. Platí pro podmínku p_1 je, že ztráty nerealizované příležitosti se rovnají $v_{\max 1} - v_{i1}$ atd. Rozhodnutí v tomto případě směřuje na alternativu, která velikost možné ztráty minimalizuje.

3.4.5 Nedostačující zdůvodnění

Modální rozhodovací strategie se zaměřuje na výběr té alternativy s nejvyšším průměrným výnosem. Představen je průměrem výnosů určité alternativy v příslušném řádku pro rozdílné podmínky p_j rozhodovacího problému (tedy výnosů sloupců tabulky), za předpokladu stejné pravděpodobnosti existence každé z přípustných rozhodovacích situací, vycházející ze shodných šancí implementace výsledných rozhodnutí.

(Brožová, 2003)

3.5 Metody vícekriteriálního hodnocení

Většina metod vícekriteriálního hodnocení se zakládá na významnosti koeficientů – vah kritérií, které číslem vyjadřují odraz důležitosti předem vytýčených cílů. Čím víc subjekt rozhodování preferuje určité kritérium, tím je výsledný koeficient vyšší.

Model rozhodování s více kritérii vyžaduje určení, zda jsou kritéria diferentní nebo indiferentní a je možné u nich stanovit významnost.

Přednostmi vícekriteriálního hodnocení jsou:

- Proces hodnocení je transparentní a reprodukovatelný
- Významnost kritérií je vyjádřena explicitní formou (nikoliv pouze intuitivně)
- Možnost posouzení variant s ohledem na soubor kritérií. (Grasseová, 2010)

Mezi etapy vícekritériálního hodnocení se řadí:

- Nalezení přípustné množiny variant, které nejsou dominované
- Stanovení kritérií s minimálním počtem 2 a více, které jsou významné pro hodnocení nedominovaných variant
- Přiřazení vah kritériím, a vymezení jejich důležitosti
- Uspořádání variant dle souboru kritérií a jejich vah
- Výsledné hodnocení variant, na základě dosažených dílčích výsledků
(Blažek, 2011)

Výběr varianty se provede pomocí agregace jednotlivých vah dle důležitosti kritérií. Při této agregaci je překážkou odlišnost jednotek kritérií. Agregováním se kritéria převedou na jednotnou úroveň. Tím se získají normované váhy, které mají relevantní dopad na výsledné rozhodnutí.

3.5.1 Nevyžadující informaci o preferenci kritérií

- **Bodovací metoda**

Metoda známá a využívaná v praxi pro svou jednoduchost. Základ tvoří bodovací stupnice s rozsahem pěti nebo deseti bodů. Kvalita rozhodovacího procesu je určena správně zvolenou bodovací stupnicí. Vyšší výnosy a nižší náklady jsou přiřazeny vyšší příděly bodů. Bodovací stupnice určí příděl pro každé z kritérií body, jejich součet není omezen. Výsledné kritérium je agregováním dáno vztahem:

$$W_t = \sum_{r=1}^s p_r * b_{tr} \quad (3-3)$$

Pro $t = 1, 2, \dots, v$; $r = 1, 2, \dots, s$

Kde: p_r = váha r-tého kritéria

b_{tr} = počet bodů pro t-té variantu dle r-tého kritéria

s = počet kritérií

v = počet variant

(Synek, 2009)

- **Metoda pořadí**

Metoda určuje pořadí variant postupně dle kritérií. Každé r-té kritérium je řazeno funkcí pořadí. Varianta s nejnižší hodnocenou funkcí $g_r(x_t) = 1$, další variantě s lepším

hodnocením je přidělena hodnota 2 až po nejvýše ohodnocenou variantu, které je hodnota definována $g_r(x_t) \leq v$. Varianty si mohou být hodnocením shodné a mají tak stejné pořadí důležitosti. Výsledné kritérium s agregací t-té varianty je definováno vztahem:

$$w_t = \sum_{r=1}^s p_r * g_t(x_t) \quad (3-4)$$

Pro $t = 1, 2, \dots, s$

Kde: p_r = váha r-tého kritéria

$g_t(x_t)$ = počet bodů pro t-té variantu dle r-tého kritéria

s = počet kritérií

v = počet variant

(Brožová, 2003)

3.5.2 Vyžadující aspirační úrovně kritérií

- **Konjunktivní a disjunktivní metoda**

Aspirační úrovně – Metody jsou založeny na porovnávání kritériálních hodnot všech variant s aspiračními úrovněmi všech kritérií. Zpřísnění aspiračních úrovní může v množině dobrých variant zůstat jediná, označená v tomto případě jako kompromisní varianta. Zpřísnění úrovní hodnocení může eliminovat veškeré varianty v souboru, následně je třeba některé aspirační úrovně uvolnit tak, aby zbyla ve výběrovém souboru minimálně jedna varianta. Množinu akceptovatelných variant určíme podle aspiračních úrovní tak, aby v případě konjunktivní metody byly splněny všechny požadované aspirační úrovně, v případě disjunktivní. (Fiala, 2008)

- **PRIAM metoda**

Metoda množinu variant prohledá. Rozhodovatel vybere postup prohledávání. Běžné je využití umělé inteligence v přístupu hledání řešení.

Každý krok redukuje počet variant, kdy zprvu nultou úroveň splní všechny varianty. Poslední úroveň naopak tvoří v žádoucí podobě pouze jediná varianta, odpovídající na veškeré stanovené požadavky. (Získal, 2001)

3.5.3 Vyžadující ordinální informaci

- **Lexikografická metoda**

Při použití lexikografické metody řešitel řadí kritéria od nejdůležitějších po nejméně důležitá. Varianta optimální se vybírá dle prvního kritéria v pořadí důležitosti. Pokud je variant více, je vybrána optimální varianta dle pořadí druhého kritéria atd. Metoda může být modifikována tzv. semilogaritmickou strategií. Reprezentuje spokojení se s nižší hodnotou kritéria, pokud se bude moci uplatnit kritérium další v pořadí. Jde tedy o postupnou optimalizaci, při současném omezení výběru dle nejdůležitějších kritérií.

Lexikografická metoda má výhodu, že nežádá od řešitele kvantifikaci vztahů důležitosti mezi jednotlivým kritériem (stanovení vah u kritérií). Mezi hlavní nedostatky patří, že výsledné uspořádání nevyhovuje páté Arrowově podmínce, a tedy povoluje diktátorství charakteristik. V praktických řešeních se objevuje, že se uplatní pouze několik málo nejdůležitějších kritérií a většina kritérií není uplatněna vůbec. Z toho plyne použitelnost metody v případě malého množství kritérií – max. tři až čtyři kritéria. Princip této metody je vesměs využíván řadou řešitelů problémů intuitivně, bez znalosti teorie vícekritériálního rozhodování. (Gros, 2003)

- **Oreste**

Vyžaduje vstupní ordinální informace o variantách a kritériích. Od rozhodujícího subjektu je požadováno kvaziuspořádání kritérií a kvaziuspořádání variant podle jednotlivých kritérií, tedy možná indiference variant a kritérií. Metoda spočívá ve dvou částech. První určuje vzdálenost varianty dle kritéria od počátku a varianty se následně uspořádají podle určitých pravidel. Druhá část obsahuje preferenční analýzu, kde pro každou dvojici se provede test preference P, nesrovnalosti N, indiference I, volby tří hodnot α , β , γ a preferenční intenzity. (Mañas, 1994)

3.5.4 Vyžadující kardinální informaci

- **Vyžadující funkci užitku**

Maximalizace užitku se předpokládá pro možnost vyčíslit užitek, který každá varianta realizací přinese, a to na stupnici od 0 do 1. Hodnota agregovaného kritéria představuje celkový užitek, při kterém dochází k seřazení variant. Stanovení celkového užitku, který přinese realizace varianty je pro každé kritérium nutné stanovit dílčí funkce užitku.

Kardinální hodnocení variant se nahradí hodnotami dílčí funkcí užitku. $U_{ij} = u_j(y_{ij})$, $j = 1, 2, \dots, n$. Kde $u_j(y_{ij})$ je závislostí v původní kriteriální matici a hodnotou dílčí funkce užitku. U_{ij} se nachází $< 0 ; 1 >$ platí pro dílčí funkce užitku.

Obecným pravidlem je, že kritérium J je pro variantu dílčí funkce užitku, kritéria nabývají ideální hodnoty rovné jedné a pro variantu bazální nabývá hodnotu rovnou nule. Dílčí hodnoty funkce užitku se pro ostatní varianty určí dle příslušné dílčí funkce užitku.

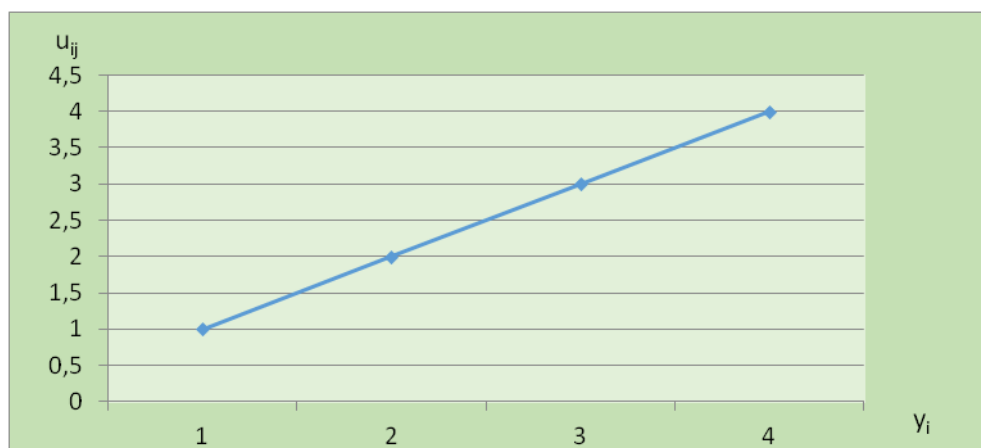
Rozlišují se tři typy funkcí užitku:

- Lineární (obrázek č. 1)
- Progresivní (obrázek č. 2)
- Degresivní (obrázek č. 3)

Lineární funkce užitku se zakládá na proporcionálním zvyšování funkce užitku se zlepšením kriteriálních hodnot. Dílčí lineární funkci užitku odpovídá vztah:

$$u_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j} \quad (3-5)$$

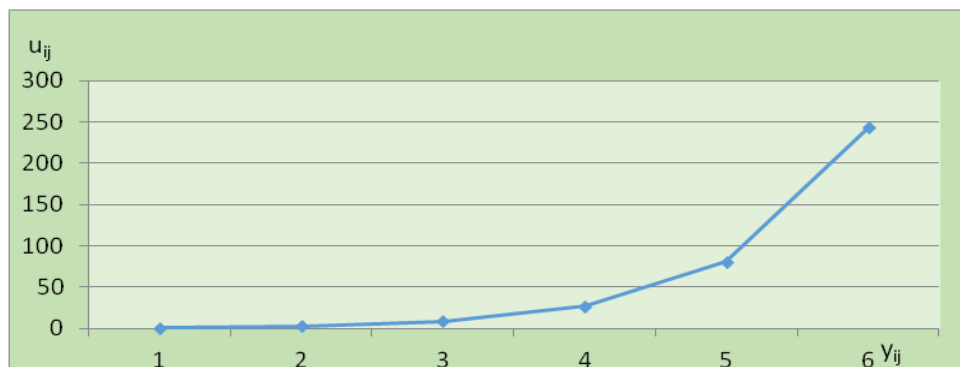
Kde: h_j je hodnota ideální podle kritéria j , d_j je bazální hodnota kritéria j . (Brožová, 2003)



Obrázek 1 Lineární funkce – vlastní zpracování

Pokud je kritérium maximalizační je nejvyšší hodnotě připsána hodnota 1 z funkce užitku a hodnota 0 nejnižší hodnotě. Standardizace kriteriálních hodnot je transformací, která pomáhá eliminovat vliv nestejných měřítek a škál. Pokud jsou hodnoceny dle různých kritérií.

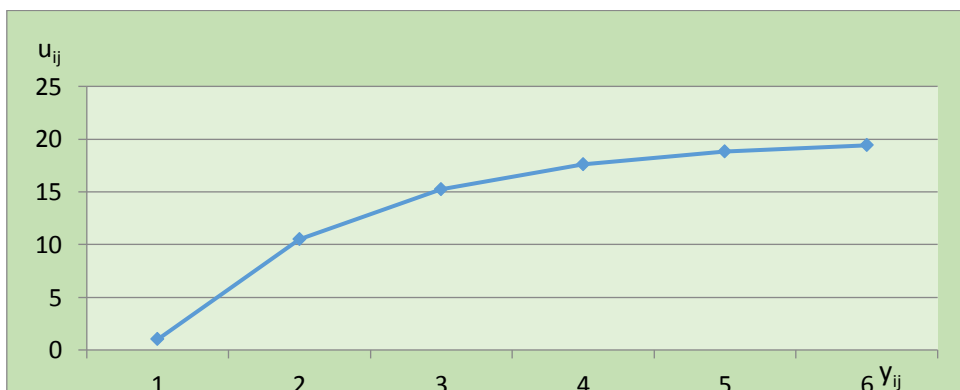
Progresivní funkce užitku se vyjadřuje neproporcionálním vztahem mezi kritériálními hodnotami y_{ij} a užitkem, který varianta přináší. Funkce nejdříve vyvolá malý relativní přírůstek dílejší hodnoty funkce užitku na jednotku změny. Při zlepšování hodnoty kritéria se tempo růstu stále zvyšuje.



Obrázek 2 Progresivní funkce – vlastní zpracování

Situace progresivní funkce nelze popsat obecně, tak aby se dala dosazením parametrů odvodit. Funkce musí být konvexní v daném intervalu kritériálních hodnot y_{ij} . Nejhorší hodnotě odpovídá nula a nejlepší jedna. Uživatel stanoví přesný průběh funkce užitku. Určením parametrů mocninné nebo polynomické funkce se dá dobře popsat průběh funkce užitku. (Brožová, 2003)

Degresivní funkce užitku vyjadřuje vztah neproporcionální vztah kritériálních hodnot y_{ij} a jejich užitkem. Rozdílně od progresivní funkce vyvolává zvýšení hodnoty kritéria poměrně velký přírůstek hodnoty funkce užitku k jednotce změny. Při zlepšování hodnoty kritéria se tempo růstu stále snižuje.



Obrázek 3 Degresivní funkce – vlastní zpracování

Popis obecného funkčního vztahu není možný. Popis určí uživatel při respektování skutečnosti, že jde o funkci konkávní. V nejhorší hodnotě je hodnota užítku nula a nejlepší hodnota je jedna. K popisu průběhu funkce užítku se hodí mocninné nebo polynomické funkce.

Je přípustné, aby byl uživatelem definovaný libovolný průběh funkce užítku odpovídající modelované realitě. Například je možné použít k vystižení průběhu funkce užítku rovnicí paraboly. (Fotr, 2006)

- **WSA**

Metoda váženého součtu anglicky značena jako WSA vyžaduje kardinální informace, vektor vah v a kritériální matici Y . Vypočítává se pro každou variantu celkové hodnocení a je možné ji použít pro hledání nejvýhodnější varianty i pro uspořádání variant v pořadí od nejlepší po nejhorší. Metoda WSA je speciální případ metody funkce užítku. Staví na principu maximalizace užítku. Při dosažení varianty a_i j -tého kritéria hodnoty y_{ij} , je přinášen uživateli užitek vyjádřený pomocí lineární funkce užítku. Součtem dílčích hodnot funkce užítku je vyjádření celkového užítku varianty.

$$u(a_i) = \sum_{i=1}^m v_j u_j(y_{ij}) \quad (3-6)$$

Pro u_j = dílčí funkce užítku kritérií a v_j jsou váhy kritérií.

Výpočet je proveden následujícím postupem:

- Převod minimalizačního kritéria na maximalizační dle vztahu:

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

Pro každou variantu se dostane ohodnocení o kolik je právě lepší než nejhorší varianta. Transformovaná kritériální matice se označuje Y .

- Určení ideální varianty H s ohodnocením (h_1, \dots, h_n) , bazální varianty D s ohodnocením (d_1, \dots, d_n)
- Po vytvoření standardizované kritériální matice R , s prvky získanými vzorcem

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j} \quad (3-7)$$

Matice R reprezentuje soubor hodnot funkce užítku podle j -tého kritéria pro i -tou variantu. Prvky této matice jsou kritériálními hodnotami lineárně transformovány,

kde r_{ij} leží v $0 < r_{ij} < 1$. Ideální variantě přísluší hodnota jedna a bazální variantě přísluší hodnota nula.

- Vypočte se agregovaná funkce užitku pro každou variantu.

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j r_{ij} \quad (3-8)$$

- Varianty se sestupně seřadí podle hodnot $u(a_i)$, kde nejvyšší hodnota užitku je považována za řešení problému. (Získal, 2001)

• AHP

Metoda poskytuje prostor pro zpracování účinných rozhodnutí složitých rozhodovacích situací a napomáhá je zjednodušit. Metody rozkládá složité situace, které nejsou strukturovány na jednodušší komponenty. Vytváří hierarchii v problému. Systém zobecňuje možnost vícekriteriálního rozhodování. Pro každou úroveň struktury se používá Saatyho kvantitativní porovnání párů. Subjektivním hodnocením párů je přiřazena komponentům kvantitativní charakteristika, která vyjadřuje jejich důležitost. Syntéza hodnocení umožní stanovení komponentů s nejvyšší prioritou. Použití metody je umožněno pro libovolný typ informace o preferenčních vazbách mezi komponentami modelu. Podmínkou zůstává, aby uživatel dokázal z této informace určit intenzitu preference a její směr všech párů porovnávaných komponent. Hierarchickou strukturou se rozumí literární struktura několika úrovní. Každá přitom obsahuje několik prvků. Uspořádání úrovní odpovídá seřazení od obecného až ke konkrétnímu. V příslušné hierarchii vyšší úroveň zaujímají obecnější prvky. Intenzita působení prvků může být kvantifikována určitým způsobem. V nejvyšší úrovni hierarchie se nalézá pouze jeden prvek z analýzy cíle vyhodnocování. Tento prvek má hodnotu jedna, která se rozdělí na prvky druhé úrovně. Obdobně se hodnota prvků dělí na hodnoty na nižších úrovních až k ohodnocení nejnižšího stupně.

Úrovně vícekriteriální analýzy jsou:

- Cíl vyhodnocení
- Kritéria vyhodnocení
- Posuzované varianty

Ve složitějších úlohách jsou mezi kritérii a variantami ještě úrovně subkritérií. Na hodnocení se podílí větší množství hodnotitelů, mají mezi cíli a kritérii ještě úroveň hodnotitelů. Míra jejich specializace určí hodnocení vah.

Tříúrovňová hierarchie s jedním cílem, n kritérií a s vahami v_j pro $j= 1, \dots, n$, m variant a_i pro $i = 1, \dots, m$ je na druhé úrovni bude vložena matice párového porovnání o rozměru $n*n$. Na poslední úrovni hierarchického systému je množství n matice o rozměru $m*m$. V nich jsou párově porovnávané hodnoty podle jednotlivých kritérií. Propočty matic rozdělují hodnotu přidělené váhy kritéria, pro která se každá matice konstruuje. Pro každou variantu se vypočte součet hodnot všech kritérií a dostane se jejího hodnocení z pohledu všech kritérií. Kritéria tvoří následně podklad pro úplně uspořádání variant.

(Brožová, 2003)

3.5.5 Vyžadující minimalizaci vzdáleností

- **TOPSIS**

Posouzení variant metodou TOPSIS zohledňuje vzdálenosti od bazální a od ideální varianty. Od uživatele vyžaduje znalost kardinálního ohodnocení variant podle všech kritérií v rozhodovacím modelu a jejich váhy. Postup výpočtu je následující:

- Převod minimalizačních kritérií na maximalizační $y_{ij} = \max (y_{ij}) - y_{ij}$
- Konstrukce normalizované matice $R = (r_{ij})$.

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p y_{ij}^2}} \quad (3-9)$$

Vektory jednotkové délky jsou sloupce matice **R**

- Výpočet normalizované vážené kritériální matice $W = (w_{ij})$ dle vztahu $w_{ij} = v_j * r_{ij}$.
- Určení ideální varianty H s ohodnocením (h_1, \dots, h_n) , bazální varianty D s ohodnocením (d_1, \dots, d_n) podle hodnot matice W
- Výpočet vzdálenosti variant od ideální varianty

$$d_i^+ = \left(\sum_{j=1}^m (w_{ij} - H_j)^p \right)^{1/p} \quad (3-10)$$

- Výpočet vzdálenosti variant od bazální varianty

$$d_i^- = \left(\sum_{j=1}^m (w_{ij} - D_j)^p \right)^{1/p} \quad (3-11)$$

- Výpočet relativního ukazatele jednotlivých vzdáleností variant od bazální varianty

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (3-12)$$

Hodnoty jsou agregovány a pohybují se mezi nulou a jednou, kde 0 má bazální varianta a 1 je pro variantu ideální.

- Varianty se řadí sestupně podle hodnot relativního ukazatele c_i , kde varianta s nejvyšší hodnotou tohoto ukazatele je považována za řešení problému.

(Ziskal, 2001)

3.6 Stanovení vah kritérií

Metody vícekritériálního hodnocení vyžadují stanovení vah kritérií hodnocení. Tyto váhy jsou číselným vyjádřením jejich významu. Kritéria jsou odrazem důležitosti sledovaných cílů firmy. Významnějšímu kritériu je přiřazována vyšší váha. Pro srovnatelnost vah jsou tyto normovány, jejich součet je jedna.

- Indiferentní kritéria se považují za zaměnitelná
- Diferentní kritéria mají v souboru kritérií vyšší důležitost než ostatní
- Významnost kritéria stanovené vahou kritéria neboli koeficientem důležitosti
- Váha kritéria je číselné vyjádření posuzovatele vztahu jednoho kritéria k ostatním
- Nenormovaná váha se pro praktičnost převádí z neuzavřeného intervalu kladných přirozených čísel na váhy normované
- Normovaná váha nabývá v uzavřeném intervalu $<0;1>$ Za normované se tedy označují takové váhy, jejichž součet vzájemných relací je roven 1

(Grasseová, 2010)

V teorii rozhodování je vytvořeno více metod určení vah kritérií. Tyto metody se liší složitostí dle použitého algoritmu a náročností získání typů informací od rozhodovatele. (Veber, 2009)

3.6.1 Bodová stupnice

Každému kritériu je přiřazen počet bodů ze stupnice dle jeho významu. Stupnice mohou být použity s nižší nebo vyšší rozlišovací schopností (například pětibodová, resp. devítibodová). Významnějšímu kritériu je vždy přiřazen vyšší počet bodů. (Získal, 2001)

3.6.2 Porovnání významu kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí

Váhy kritérií jsou stanoveny ve dvou krocích:

- Stanovení pořadí významnosti – preferenčního uspořádání kritérií,
- Váhy kritérií dle srovnání s nejméně významným kritériem (posledním v pořadí).

Ad 1) Pořadí významnosti kritérií se stanoví pomocí přímého nebo etapového uspořádání. Rozhodovatel při přímém uspořádání určuje přímo pořadí od nejméně významného (poslední místo v pořadí) až k nejvýznamnějšímu (první místo v pořadí). Přímé uspořádání je v principu velmi jednoduché, s výjimkou rozsáhlejších souborů. Zde je třeba při stanovení pořadí hodnotit současně význam všech kritérií. Rozsáhlé soubory kritérií lze etapově uspořádat. V každé části se určí kritérium nejvýznamnější a nejméně významné. Ze souboru se tato kritéria vypustí a postup s redukováným souborem se opakuje. Je-li nejvýznamnější kritérium v i -té etapě označeno m_i a nejméně významné kritérium označené n_i , preferenční pořadí je potom určeno posloupností $m_1, m_2, \dots, n_2, n_1$.

Ad 2) Váha 1 (resp. 10) se přiřadí k nejméně významnému kritériu. Rozhodovatel určí, kolikrát je předposlední kritérium významnější než poslední kritérium. Dále se postup opakuje s třetím (čtvrtým atd.) kritériem od konce, až v posledním kroku zjišťováno, kolikrát je vzhledem k poslednímu kritériu první kritérium významnější. Takto zjištěné koeficienty významnosti tvoří nenormované váhy kritérií. (Fotr, 2006)

3.6.3 Metoda alokace 100 bodů

Modifikace bodovací metody se označuje metoda Metfesselovy alokace, tzv. metoda alokace 100 bodů. Bodovací škála se nachází v tomto případě v intervalu $\langle 1;100 \rangle$. Úkolem řešitele je rozdělení 100 bodů. Uplatněna budou všechna kritéria dle svých preferencí tak, aby důležitějšímu kritériu bylo rozhodovatelem přiděleno více bodů. Váhy kritérií získané touto metodou jsou normované. Součet přidělených bodů musí být vždy

roven 100. Váhy kritérií jsou vyjádřeny v procentech a po převodu na desetinný tvar je jejich součet roven 1.

3.6.4 Metoda párového srovnávání

Metoda bývá označována též jako Fullerův trojúhelník nebo také jako trojúhelník párů. Je založena na systematickém srovnávání důležitosti kritéria postupně s dalšími v celém souboru kritérií. Srovnávací tabulka při aplikaci metody párového srovnávání obsahuje jednotlivá kritéria uspořádaná ve stejném pořadí. Na úhlopříčce tedy neleží žádné hodnoty. Při postupném srovnávání se zjišťuje větší důležitost kritéria v řádku nebo ve sloupci.

Do tabulky v řádcích se zapisují důležitější vyhodnocená kritéria. Zápis se provádí těmito ekvivalentními způsoby:

- Označením kritéria v souboru číslem.
- Číslem 1 (1 je důležitější a 0 méně důležité kritérium).
- Při shodné důležitosti dvou kritérií se do políčka tabulky zapisují čísla obou kritérií nebo hodnota 0,5 resp. 1/2.

(Grasseová, 2010)

Z toho vyplývá, že při výskytu méně důležitého kritéria v řádku, zapíše se do tabulky číslo kritéria ve sloupci, případně při binomickém zápisu 0. Po tomto provedeném srovnání všech kritérií s ostatními se sčítají v řádku i sloupci preference kritérií. Při binomickém zápisu se stanoví počet preferencí kritéria součtem jedniček v řádku a nul ve sloupci. Tímto součtem preferencí je určeno nejen pořadí kritéria, ale i jeho váha. Normovaná váha kritéria je stanovena dle vztahu:

$$v_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^n f_i} \quad (3-13)$$

kde v_i je normovaná váha i -tého kritéria

f_i - počet preferencí i -tého kritéria

n – počet srovnávaných kritérií

Pokud je počet preferencí určitého kritéria nulový (současně je nulová i váha kritéria) a toto kritérium bude nadále využito pro hodnocení variant řešení, navýší se počet preferencí o jednu u každého kritéria dle vztahu:

$$v_i = \frac{f_i + 1}{\sum_{i=1}^n (f_i + 1)} \quad (3-14)$$

Tato metoda poskytuje přesnější stanovení vah než předchozí metoda „alokace 100 bodů“. Je prakticky velmi dobře aplikovatelná a relativně jednoduchá. Někdy nastává při uplatnění této metody v praxi problém v tom, že rozhodovatelé nejsou konzistentní (narušením tzv. tranzitivity preferencí) dle matematického vyjádření ve vztahu: $K_1 > K_2 > K_3$, pak $K_1 > K_3$. (Grasseová, 2010)

3.6.5 Saatyho metoda

Stanovení vah kritérií Saatyho metodou je realizováno dvěma kroky. Analogicky k metodě párového srovnávání, kdy se zjišťují preferenční vztahy dvojic kritérií. Kritéria jsou seřazena v tabulce, ve stejném pořadí ve sloupcích i řádcích. Rozdílne od párového srovnávání jsou však kritéria řazena kromě směru preference také velikostí preference, vyjádřené počtem bodů z bodové stupnice. Výsledkem je získání pravé horní trojúhelníkové části matice velikostí preferencí, která se značí jako Saatyho matice, nebo též matice relativních důležitostí.

$$s_{ii} = 1 \text{ pro všechna } i,$$

$$s_{ji} = \frac{1}{s_{ij}} \text{ pro všechna } i \text{ a } j.$$

Prvky Saatyho matice jsou odhadem podílů vah kritérií v_i a v_j , platí tedy $s_{ij} = v_i / v_j$. Váhy kritérií lze stanovit exaktně nebo aproximativně se znalostí Saatyho matice. Saatyho navržený postup patří k exaktním a je založen na výpočtu vlastního vektoru matice relativních důležitostí. Další možností je použití metody nejmenších čtverců.

$$D = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left(s_{ij} - \frac{v_i}{v_j} \right)^2 \quad (3-15)$$

Za předpokladu

$$\sum_{i=1}^n v_i = 1 \quad (3-16)$$

Oba postupy u rozsáhlejších souborů předpokládají použití výpočetní techniky, vzhledem k jejich vysoké složitosti. Stanovení váhy kritérií Saatyho metodou lze stanovit aproximativně. Hrubé odhady vah kritérií se získají součtem prvků řádku Saatyho matice vyděleným celkovým součtem prvků. Tyto podíly představují odhady vah kritérií. Kvalitnější aproximace vah kritérií lze získat např. tímto postupem:

- Prvky v každém sloupci se vydělí součtem prvků daného sloupce. Pro sloupcově normalizovanou Saatyho matici se sečtou prvky všech řádků a normalizací součtů je získán odhad vah těchto kritérií.
- Stanovení geometrických průměrů řádků Saatyho matice (vynásobení prvků řádků matice a určení n-té odmocniny součinů). Normalizací geometrických průměrů řádků se rovněž obdrží dobré odhady vah těchto kritérií. (Fotr, 2006)

3.6.6 Entropická metoda

Metoda spočívá ve vyhodnocení rozdílu alternativ, přiřazených pro jednotlivá kritéria. Při nepatrném rozdílu mezi variantami, se přiřadí kritériu nulová váha a je vyřazeno z dalších výpočtů. Podmínkou použití je vlastní kritériální matice s pouze kladnými hodnotami. Výjimku tvoří řešení, kdy se přičte konstanta ke kritériální matici, případně inkriminovanému sloupci, což ale způsobuje vzhledem k žádanému vnímání významnosti kritérií markantní rozdíly. (Brožová, 2003)

3.7 Hrozby aplikace rozhodovacích metod

Volba poskytuje organizaci příležitost efektivně a účelně se vyrovnat s podnikatelskými problémy, kterým čelí. Implementace přijatého rozhodnutí je vždy spojena s provedenými změnami v podnikatelském chování, které doprovází hrozby z příležitosti. Jejich naplnění může očekávaný efekt plynoucí z přijatého rozhodnutí zcela znehodnotit. Jde vesměs o hrozby, kde je zdroj pochybení v individuálním lidském faktoru při průběhu rozhodování nebo při přípravě či implementaci výsledků.

Chybou manažerů je rychlost, se kterou eliminují existující problém, aniž by uvažovali o tom, čeho docílí odstraněním těchto příčin problému. Důsledkem chyby je nedostatečná formulace anebo i absence cílů rozhodování. Situace vede k nedostatečné identifikaci problému, nesprávné volbě přípustných alternativ i kritérií rozhodování. Dále pak neadekvátní metody rozhodování, a nakonec i ztížení implementace přijatého rozhodnutí, kdy nedojde k očekávanému efektu. (Fotr, 2006)

3.7.1 Hrozby v přípravě

V průběhu přípravy rozhodnutí hrozby představují nedostatečnou kvalitu získaných informací. V kognitivní etapě kvalita znalostí v nedostačující úrovni. V etapě vyhodnocení

nedostatečná kvalita metodik, které nedostatečně reflektují potřeby alternativ rozhodnutí včetně volby kritérií a nejlepšího z nich. Rozhodovací subjekt v případě určitých situací nedokáže vnímat dostupné informace a nerozezná nebo neví jejich relevantnost a je nebere v úvahu. Nízká úroveň znalostí řešitele mu zabraňuje účelné využití informací v percepční fázi; neví k jakým informacím je přiřadit pro získání nejlepšího obrazu aktuální situace. Může je interpretovat nevhodně a tím je jeho identifikace situace zavádějící. Hrozby vyhodnocování doprovázející tuto etapu jsou důsledkem toho, že kvalita metody není adekvátní charakteru rozhodovací situace.

Volba nevhodné metody způsobená převážně nízkou úrovní znalostí rozhodovacího subjektu. Volba nevhodných kritérií výběru může být také důsledkem nižší kvalifikace rozhodovacího subjektu. Ve většině případů je však způsobena vědomě. Jestliže rozhodovací subjekt chce dospět k rozhodnutí z osobních důvodů, provádí výběr kritérií a metod jejich aplikace, které mu zajistí žádoucí výsledek.

Snížení chyb vyvolaných působením hrozeb úmyslně nevhodného výběru předchází komunikační technologie a informační prostředky, které zajišťují provoz manažerských systémů a pravdivost do nich vkládaných informací. V těchto systémech je provozována znalostní báze organizace, která tvoří jádro systému znalostí managementu. Systém umožní rozhodovacímu subjektu využití a vyhledání znalostí, které případně postrádá k přípravě rozhodnutí i následné implementace. Použité nástroje snižují vznik rozhodovacích chyb, které jsou vyvolány nedostatkem potřebných znalostí včetně nedostupnosti některých informací. (Mohelská, 2012)

3.7.2 Hrozby při výběru

Kritický je moment výběru nejlepší možné alternativy při volbě vhodné rozhodovací techniky vymezující charakter situace rozhodování, tedy zda se jedná o charakter stochastický, deterministický nebo fuzzy.

Při rozhodování za nejistoty je častou chybou záměna situace úplné nejistoty za situaci se známou pravděpodobností nastání jevů. Rozhodovatelé se pokouší vyjádřit míru nejistoty pomocí pravděpodobnosti a pro řešení použít namísto metod fuzzy metody kvantitavně jiné zcela nevhodné stochastické metody rozhodování. Snížení vzniku chyb při výběru

optimální varianty přispěje využití prostředků informačního systému. Analytické programy umožní verifikaci rozhodnutí, zejména těch deterministických. Prostředky umělé inteligence usnadní volbu vhodného modelu pro rozložení pravděpodobností za podmínky aplikování stochastických technik rozhodování. Pomůckou jsou počítačové prostředky podpory rozhodování (DSS) při rozhodování za úplné nejistoty, aplikaci fuzzy metod. Nutné je si uvědomit, že se stále jedná pouze o software a ani ty nemohou ovlivnit postoje, názory a jednání klíčového činitele a kvalitu rozhodnutí, pokud je veden svými emocemi a není tak schopen racionálního jednání. (Dostál, 2005)

3.7.3 Hrozby implementace a vyhodnocení

Při převedení řešení do skutečnosti jsou přítomny hrozby spojeny s postoji pracovníků, kteří musí přijaté rozhodnutí uskutečnit a nátlak manažerů na jejich uskutečnění i přes původní signalizaci nedostatků.

Manažeři jsou přesvědčeni, že stačí vydání příkazu a rozhodnutí se automaticky provede přesně podle jejich představ. Krajiní situací je, když se poté ani nesnaží zkontrolovat, zda došlo ke změně. Nepřijatelný přístup v prostředí s výkonnými pracovními kolektivy, kde členové vyžadují od vedoucích nejen pokyny, jak a co mají dělat ale vymezení cílů, ke kterým se má dospět. Především je žádáno vysvětlení proč sami mají o dosažení cílů usilovat. Nedostatečné či žádné vysvětlení je původem diskuzí, kterou ti kteří ji nepřipustí, jsou označováni za zdroj nesprávných změn. Neregistrují tyto diskuze a reagují až na stížnosti od vedení nebo zákazníků. Situace často ústí v hledání odpovědí na otázku, zda vedoucí pozici provádí ten „pravý“. (Mohelská, 2012)

Omezení doby pro diskuzi je jedním z nejjednodušších a nejefektivnějších rezolutních opatření, které zamezí bezbřehému plynutí diskuze. Minuta nejvíce tři na každého z diskutujících je přípustná, dodržení a seznámení účastníků s pravidlem je nutností. Nevýhodu je spatřena u osob, kteří mají co říct, nicméně jejich přínos není sdílen, neboť byl dosažen časový limit. Moderátor se v tomto případě omluví publiku a buď navýšením času nebo přidělením slova speciálně pro dokončení výstupu tento problém odstraní. (Nöllke, 2003)

Zaměstnanci potřebují mít pocit, že je uznáván jejich potenciál a jejich schopnosti. Poskytnutím dílčí odpovědnosti se jejich potřeba naplní. Existují zvláštní druhy odpovědnosti přesahující jak hloubky, tak do šíře jejich pracovní náplně. Odlišit navýšení práce od poskytnutí dílčí odpovědnosti za svěřenou práci je způsob, jak motivovat zaměstnance. Lidé nevyužití na plný výkon signalizují, že jsou ochotni přijmout další úkol a zodpovědnost za ní svěřenou. Potřeba je najít jim jednotlivý projekt nebo novou oblast, a to podle jejich silných stránek, zároveň také plánu jejich rozvoje. (Kamp, 2000)

Autoritativní prosazení rozhodování přijatých za podmínky omezené racionality trvají dlouho k prosazení, ačkoli již po prvních krocích implementace je zřejmé, že je rozhodnutí špatné. Autoři se shodují, že takto přijatá rozhodnutí jsou až z 90 % špatná.

S implementací rozhodnutí je nuzné zdůraznit, osobní zodpovědnost subjektu provádějícího rozhodnutí (manažera). Princip participace je společenský trend, projevujícím se zvýšením tlaku na úroveň zapojení pracovníků do rozhodování. Formou diskuze přispěje každý svými znalostmi a specializací do identifikace situace již ve fázi přípravy rozhodnutí a návrhu alternativ i konstrukce kritérií. Usnadní to transparentnost v hodnocení ve fázi výběru, kterou ale provádí nadřízený sám což je výhradně jeho pravomoc, a za kvalitu výsledků také výhradně nese plnou osobní zodpovědnost. (Mohelská, 2012)

3.8 Hodnocení investic

Metody hodnocení efektivnosti investic řeší situaci při vynaložení finančních prostředků na investici a sleduje příjmy z ní plynoucí. Vychází se z předpokladu a požadovaného stavu, kdy jsou náklady spojené s investicí ve sledovaném čase shodné či nižší nežli příjmy. Obecně je výnosnost vyjádřena vztahem:

$$\text{Výnosnost} = \text{Obdržená částka} - \text{Investovaná částka.} \quad (3-17)$$

Metody se rozlišují na metody dynamické a metody statické. Dynamické metody pomocí diskontance přihlížejí k faktorům času. Statické metody faktor času nezohledňují. (Folwarczná, 2010)

3.8.1 Hyperbolická diskotance

označuje skutečnost, ve které se snižuje hodnota dnešních statků a služeb oproti budoucnosti. Diskontování určuje současnou hodnotu, která je vždy z principu vyšší než hodnota budoucí. Pravidlem je, že čím delší je rozhodující časový horizont, tím je budoucí hodnota nižší. (Máče, 2006)

3.8.2 Doba návratnosti

Metoda stanoví dobu splacení s pravidlem, že čím je doba na splacení všech nákladů spojených s investicí kratší, tím je sledovaná investice výhodnější. Platí požadavek, že doba životnosti investice musí být delší, nežli je doba nutná pro její splacení.

$$DN = \frac{\text{Náklady na Inv.}}{\text{Roční CashFlow}} \quad (3-18)$$

Výsledná doba návratnosti se posuzuje komparací, kdy kratší doba pro splacení je méně riziková nežli delší doba. (Landa, 2008)

4 Praktická část



4.1 Podnik ISC

Akciová společnost ISC Communication Czech a. s. zaregistrovaná v roce 2000 se základním kapitálem 1 000 000 Kč, jako původně americká společnost vzniká roku 1986 v USA. V České republice se po čtyřech objevuje pobočka společnosti s ručením omezeným.

V současné době se počet zaměstnanců pohybuje okolo 80 a provádí se nábor dalších osob. Vypovídá o tom i rostoucí trend ročního obrátu, který se nachází na úrovni 400 000 000 Kč za rok. Společnost je velkoobchod s telekomunikační a také kancelářskou technikou. Předností je partnerství v podobě výhradního dodavatele inovativních produktů TESLA Lighting.

TESLA Lighting vstoupila na trh Československa původně pod názvem Elektra s českým kapitálem v roce 1921. Odkoupena společností Philips byla v roce 1932, kdy se především vyvíjely rádiové přijímače. Po válce roku 1945 je podnik zestátněn a přejmenován na TESLA podle slov TEchnika SLAboproudá. Výroba zahrnovala až do revoluce výrobu televizorů, zesilovacích, elektrických obvodů, reproduktorů a mnohé další. TESLA se rozrostla po Československu jako samostatné závody. Význam podniku lze reprezentovat 60 % ze všech radiových a televizních vysílačů území bývalé SSSR. Výroba byla také exportována do spřátelených zemí a dovedla konkurovat světovým korporacím. Produkce pod dozorem státu byla dodávána do oblasti armádní techniky. Dodnes je TESLA generálním dodavatelem vyvinuté stacionární sítě pro Armádu ČR. Rok 1991 je pro Teslu podstatný z hlediska privatizace a převodu na akciovou společnost. V období krize v Evropě se majitelská struktura opět mění a spadá do irské finanční společnosti. České vlastníky získá opět v roce 2012 už jako TESLA Lighting. Rok poté je představena patentovaná technologie produktu LED Crystal 360 ° a vznikají pobočky v blízkém Rakousku a Německu ale i vzdálené USA.

Tesla je nyní proslavena především inovativností v oblasti elektromobility a alternativních zdrojů elektrické energie pro domácnosti i celá města, ve kterých svítí produkty s technologií LED.

4.2 Technologie LED

Produkty vyráběné společnostmi TESLA jsou konstruovány pomocí technologie LED. Anglická zkratka Light Emitting Diode se v češtině označuje jako elektroluminiscenční dioda. Polovodičová součástka průchodem elektrického proudu přeměňuje energii na světlo. Teplota barvy vyzařovaného světla odpovídá chemickému složení polovodiče. V roce 1962 sestrojil Henry Joseph Round první funkční prototyp. Nejběžnější barvou diod byla zpočátku červená. Prvenství ve využití a patentu žárovky je udáván T. A. Edisonovi v roce 1879. Od té doby žárovka prošla generačním vývojem po žhavené wolframové vlákno. Účinnost žárovky je nízká, až 95 % energie je přeměněno na teplo. Technologie LED poskytuje 10x vyšší účinnost, a proto je nástupcem klasických žárovek.

- SMD LED Surface Mounted Diode – dioda povrchově osazená. Nejrozšířenější varianta v průmyslovém použití. Miniaturizací a vysokým výkonem se uplatní například v LED trubcích i na světelných panelech. Čip včetně diod je zalitý epoxidovou pryskyřicí v hliníkové případně keramické desce, která zajišťuje odvod vzniklého tepla. Uplatní se v reflektorech a závěsných svítidlech s výkonem až 110 lm/W.
- COB Chip On Board – čip na desce. Jedná se o velkoplošnou diodu na relativně malém čipu, ze které vychází rovnoměrně světlo z celé plochy čipu i při provozně vyšších teplotách. Rovnoměrně je také odváděno teplo. Uplatnění je převážně na výkonných svítidlech nebo nově LED žárovkách. Dosahované vysoké výkony 100 lm/W a vysoký index podání barev jsou předností COB technologie.
- MCOB Multi Chips On Board – více čipů na desce. Založeno na technologii COB s rozdílem, že je na měděné desce více čipů zapouzdřených do jednoho obalu. Součástí obalu je měděná folie, která má výborné vodivé vlastnosti, ale není vhodná pro optické zpracování vyzařovaného světla. Použití je u světel s bodovým vyzařováním a velkým výkonem.
- CRYSTAL RETRO – Technologie speciálně patentovaná pro použití v LED žárovkách s běžnou patičkou E27. Unikátní nalepení diod na krystalovou desku umožňuje vyzařování světla do 360 °. Vzhled žárovky je podobný těm klasickým s wolframovým vláknem.

4.3 Rozhodovací problém

Společnost ISCCZ byla oslovena Hudebním divadlem Karlín, příspěvkovou organizací s přáním konzultace stávající situace osvětlovací techniky v prostorech určeném pro korzování návštěvníků při jejich kulturním zážitku. Konzultace by měla zahrnovat zjištění prostředí, do kterého se plánuje umístit nové osvětlení a návrh nového typu světla založeném na technologii LED s kalkulací. Výchozí stav zahrnuje 132 kusů wolframových žárovek umístěných na 33 místech. Světla mají teple bílou barvu a příkon stávajících žárovek je 60 W. Takto vysoký příkon způsobuje vysokou teplotu a následnou náchylnost k praskání vlákna uvnitř žárovky. Opravy osvětlení tvoří náklady, kterých se chce zákazník vyvarovat pořízením spolehlivějších produktů. Samotnou volbou do technologie LED chce získat násobně vyšší životnost svítidel. Delší životnosti LED svítidel se docílí výběrem produktu s vysokou výrobcem deklarovanou průměrnou dobou svícení bez závad. Světelný tok vyzařovaný ze zařízení musí splňovat základní hygienické podmínky stanovené normou. Části, které se modernizace týkají nejsou primárním zdrojem světla a norma se zde neuplatňuje. Prostor je věnován celkovému objemu světelného toku, který má splňovat především podmínku stejné či vyšší hodnoty světelného toku. Úroveň osvětlení bude regulována dle nastalé situace a požadavků. Rozsah, který nelze regulovat a je pevně dán výrobcem je vyzařovací úhel. Jeho podstatou je poskytnout světelné kužely pro oblastí kam světlo dopadá a kam nikoliv. Záměr vytvoření atmosféry nízkým vyzařovacím úhlem se nenaplní, pokud se zvolí nesprávný produkt.

Pro výše uvedené byl stanoven rozpočet, který má obsáhnout celkovou fakturovanou cenu s daní. Částka vydané faktury od navrhovatele nesmí překročit hranici 200 000 Kč. Rozpočet je pevně daný a jeho překročení by znamenalo odstoupení od zakázky. Musí se také započítat díl pro montáž, likvidaci původního osvětlení a technickou dokumentaci návrhu. Demontáž a likvidace jsou s instalací nových světelných prvků oceněny navrhovatelem na 30 000 Kč za 33 separátních a mnohdy obtížně přístupných míst. Technická dokumentace se zpracuje, a díky rozsahu objednávky se nebude přikládat jako položka do zakázky.

4.4 Aktuální rozhodovací proces

Podnik se dělí po stránce organizační řídicí struktury na oddělení obchodní, logistické a servisní. Každé oddělení zastřešuje vedoucí s odpovědností za chod svěřeného úseku. Obvykle se zakázky a často veřejného typu získávají prostřednictvím portálů uveřejněných na internetu. Portály zprostředkují zadavatelům veřejných zakázek utříděných do oblastí zaměření, vystavení inzerátu pro případné zájemce. Sledováním portálů je pověřena osoba, která zaznamená možnou zakázku. Následuje prvotní zjištění o požadavcích zadavatele, a pokud považuje za vhodné, předá podklady zaměstnanci zaměřující se na příslušné odvětví. Prostudování požadavků a základní zhodnocení proveditelnosti napoví, zdali se bude o veřejnou soutěž usilovat.

Kontaktování zadavatele je nutné pro potvrzení aktuálnosti zakázky a konzultaci specifických požadavků. Na základě upřesnění se provede rutinní postup vyplnění všech náležitostí zakázky. Jedná se o technickou způsobilost k provádění požadovaných prací, výpisy o existenci firmy a další náležitosti. Přípravení podkladů umožní vytvoření návrhu realizace zakázky. V tomto bodě je vytvořen koncept s přesnými požadavky na produkty. Koncept je předán do rukou produktového specialisty, který koncept může potvrdit. Většinou ale z firemního katalogu produktů vybere výrobek, který dle jeho znalostí lépe odpovídá požadavkům zakázky. Bere taktéž v potaz skladové zásoby a cenovou výhodnost při dodržení zadaných parametrů. Takovéto řešení se považuje blízké finálnímu. Zpracovatel konceptu návrhu nyní přijímá vybraný produkt s pravomocí vyžádat si jinou alternativu. Shodnou pravomoc má u zakázky většího rozsahu vedoucí obchodního oddělení, který se může podílet na obtížných nebo velkých zakázkách a rozhodnutích s nimi spojenými.

Navrhované řešení se musí cenově pohybovat v rozmezí znamenajícím zisk. Stanovení ceny vychází především z ceny obsažených produktů, případně montáže a dílu znamenající přiměřený výtěžek ku rozsahu a pracnosti zakázky. Podíl zisku, je obtížné stanovit. Nízká část znamená nižší příjem pro podnik i pro zaměstnance, kteří jsou ohodnoceni provizí ze zakázky. Vysoká část přidané hodnoty ve veřejné soutěži je zajímavá pro podnik i zaměstnance vidinou navýšení jejich příjmů. Konkurence je ve stejné situaci a snadno se může stát, že nabídne nižší cenu. V takovém případě se zakázka nerealizuje a zpracování

náležitostí, podkladů a konceptu řešení bylo zbytečné. Náklady zaměstnanců a jejich čas strávený přípravou však zůstává.

4.5 Stanovení kritérií

Pro stanovení kritérií je podstatné u tohoto problému rozdělit kritéria podle toho, zda nabývají různých numerických hodnot. Binární a kvalitativní kritéria v rozhodovacím modelu nebudou uvedena. Relevantní jsou zde pouze parametry s kvantitativním ohodnocením variant a bude přiřazen limit hodnot. Limitní hodnota ukazuje maxima či minima podle typu daného parametru, kterou nesmí žádná z variant překročit. Překročení by vedlo k její eliminaci. Existence bazální varianty s nejhoršími hodnotami každého z kritérií, vede k vyřazení této varianty souboru přípustných variant. Povaha rozhodovacího problému a technické parametry umožní za spoluúčasti autora této práce a dvou hodnotitelů k sestavení souboru kritérií.

Soubor kritérií:

- **Cena (K1):** Částka uváděna jako maloobchodní cena včetně DPH (21%) za jednotku. Cena je vyjádřena v [Kč/ks]. Samotné kritérium je minimalizační.
- **Příkon (K2):** Množství elektrické energie dodané do svítidla za jednotku času a je udáváno ve [W]. Kritérium je minimalizační.
- **Vyzařovací úhel (K3):** Udává úhel světla vyzařovaný ze svítidla. Kritérium je minimalizační a je podstatné pro potřeby divadla. Úhel je vyjádřen v [°].
- **Světelný tok (K4):** Světelný tok je stanoven při laboratorním měření výrobcem světla. Kritérium je maximalizační a jeho hodnoty jsou standardizovaně uváděny v jednotkách [lm].
- **Teplota světla (K5):** Teplota světla je charakteristika záření dokonale černého tělesa při dané teplotě. Udávaná hodnota je ve stupních Kelvina [K]. Kritérium je minimalizační.
- **Životnost (K6):** Technologie LED a produkty s jejím použitím dosahují řádově vyšší životnosti. Udává se výrobcem jako průměrná hodnota doby svícení v hodinách [h]. Kritérium je maximalizační.

- Cena (K1), je podstatné hledisko každého projektu. Liší se pouze jeho případná váha na následném rozhodování. Slouží také jako základní parametr pro potřeby běžného života. Pokud by nebyly ostatní hodnotící prvky, stala by se cena hlavním důvodem při výběru varianty. Parametr cena reprezentuje prodejní maloobchodní cenu s DHP (21%). Není v něm tedy zahrnuta cena za montáž. Zároveň cena nereprezentuje kvalitu ale technologii aplikovanou ve svítidle. Proto je nutné mít varianty s cenou vztažené shodně na jedno instalované místo, které bude v průběhu této práce podrobněji popsáno. Cena svítidel se pohybuje v rozmezí 50 - 1 200 Kč. Koupě nejlevnějšího znamená možnou velkou úsporu, ale nemusí být nejvhodnější v ostatních parametrech.
- Příkon (K2) je důvodem pro uskutečnění výměny osvětlení při požadované úspoře na nákladech spojených se spotřebou elektrické energie. Proto je příkon zařazen do souboru kritérií a v případě použité technologie LED je spotřeba aktuálně nejnižší možná i při stálém plnění požadavků na estetiku a hygienu osvětlení.
- Vyzařovací úhel (K3) má pro potřeby divadla vysokou důležitost. Spoluvytváří atmosféru osvětlení v prostoru a osvětluje tak pouze vybraná místa. Vysoký úhel vyzařovaného osvětlení může být nežádoucí k pocitům návštěvníků a jejich celkovému divadelnímu zážitku. Nízký vyzařovací úhel je požadovaný, když snižuje úroveň osvětlení. Vysokým světelným tokem je ale zajištěno dostatečné celkové úrovně osvětlení.
- Světelný tok (K4) v divadle je řízen za pomoci instalovaných stmívačů. Řídí se tím změny osvětlení na minimum a zpět na maximum. Maximální světelný tok také ovlivní, jestli splní předpoklad minimální úrovně osvětlení. Proto je stanovena minimální hranice pro toto kritérium, které ale splňují všechna LED svítidla díky jejich vysoké účinnosti. Funkce stmívání souvisí se změnou režijního záměru, ale pokud nebude dostatek světla i při plném výkonu, znamenalo by to chybu při výběru nebo již při samotném sestavování samotných kritérií.
- Teplota světla (K5) vychází z pocitového vnímání každého jednotlivce. Ideální hodnota není, můžeme ovšem konstatovat, že teplota pod 2 000 K je natolik červená, že by působila nevhodně. Opakem toho je teplota nad 5 000 K, ta naopak je čistě bílá, následně až modrá a působí chladně, studeně. Vhodné rozmezí se tak nachází právě v intervalu mezi 2 000 K až 5 000 K. Interval přesto posuzujeme jako kritérium minimalizační s limitní hodnotou pro teplotu světla v divadelním prostředí.

- Životnost (K6) svítidla bereme z hlediska investice do osvětlení jako snahu o snížení počtu nutných zásahů za určitou dobu do opravy osvětlení. Sníží se tím tak také náklady na servis, a i když to není primární cíl, berou se v potaz podobně důležité jako jiná kritéria. Již samotná výměna z klasických produktů osvětlení na novodobou technologii LED světel přinese výraznou změnu v průměrném počtu hodin chodu bez závad.

4.6 Soubor variant

Sestrojením souboru přípustných variant byl osloven zástupce firmy. Produktový specialista osvětlení použije aktuální firemní produktový katalog. V katalogu produktů jsou uvedeny veškeré údaje potřebné pro porovnávání. Informace získané z tohoto zdroje jsou garantovány výrobcem a jejich použití bude na garanci výrobce spoléhat. Jednotlivé výrobky se liší v způsobu aplikace technologie LED. Pro omezení rozsahu souboru je již při hledání produktů zavedena aspirační úroveň na parametr ceny, s tím že cena s DPH nesmí překročit 1 200 Kč za kus.

V1 BL270627-5 – Novodobá LED žárovka s kulatou hlavou jako u klasické wolframové žárovky. Označení produktu je pro osazení klasické patice E27. Příkon 6 W odpovídá v této žárovce světelnému toku 470 lm. Barva světla je teple bílá na 2700 K a je tak plnohodnotnou náhradou za klasické žárovky s nízkou účinností. Zapojení nevyžaduje žádný měnič napětí a je uzpůsoben přímo pro napětí 230 V. Světlo vyzařuje díky půlkulaté hlavě do 280 °, což je v minimalizačním kritériu nejhorší z variant v souboru. V produktovém manuálu žárovky je zmíněn vysoký odvod tepla, a proto se životnost žárovky eviduje v průměrné hodnotě 25 000 hodin. Výrazně se tak zvýšila životnost oproti málo účinné žárovce, která přeměňovala velkou část elektrické energie na teplo. Nejen udávaná průměrná životnost ale i skutečná se řádově zvýšila. Osazení do jednoho světelného místa je provedeno čtyřmi žárovkami. Každé místo instalace světla má rozměry 300 x 300 mm. V současném stavu je čtverec pro umístění světla nastaven pro 4 ks žárovky a není tak nutná žádná další technická úprava. Cena za kus v maloobchodě je 59 Kč, znamená to nejnižší hodnotu ze souboru. Zvolením této žárovky dojde k výběru ideálnímu pro kritérium cena. Ostatní podstatné parametry nejsou brány v potaz a nemusí tak znamenat nejvhodnější variantu i přes ideální hodnotu u jednoho z kritérií. Pro instalaci na místo jsou vyžadovány 4 ks. Cena se tímto 4x navýší. Změní se tím i parametry

příkonu, světelného toku. Změněné parametry jsou nyní pro příkon 24 W, světelný tok s hodnotou 1 880 lm a cena 236 Kč. Ilustrativní obrázek je přílohou č. 1

V2 LP332040-4E – Vysoce svítivý LED panel je produktem TESLA postaven na chipu společnosti Sanan. Předností panelu je především vysoký světelný tok 1 700 lm. Tok je vyzařován z panelu o rozměrech 300 x 300 mm. Rozměry jsou shodné s rozměry stávajících míst specifikovaných pro umístění svítidla. Místo je rozděleno na 4 úchyty světelného zdroje a lze tedy tento panel díky jeho tenké podobě upevnit bez nutnosti jakýkoliv úprav. Příkon panelu 20 W znamená úsporu nákladů vynaložených na elektrickou energii oproti stávajícímu způsobu svícení při porovnání jejich příkonu a světelného toku. Teplota světla je bílá 4 000 K. Teplota světla není do divadla optimem. Teplotu světla vyvažuje parametr životnosti panelu s hodnotou průměrné životnosti 50 000 hodin. Varianta panelu s nejvyšší udávanou dobou chodu bez závad v celém souboru může být vhodnou, pokud stanovené úrovně vah upřednostní panel s dlouhou životností před ostatními. Cena je v montovaném místě pouze za jeden kus a činí 990 Kč. Vyzařovací úhel a cena není v souboru variant nikterak extrémní. Ilustrativní obrázek je přílohou č. 2

V3 DL201840-3RW – Podhledové LED světlo se nachází také na platformě LED panelu a v tomto případě má kruhový tvar. Tenké hliníkové tělo s průměrem 225 mm lze uchytit do místa svítidla bez obtíží. Bude však vyžadována další montážní práce při zakrytí vzniklých mezer v podhledu. Podhledové světlo s příkonem 18 W vytváří světelný tok o hodnotě 1 200 lm. Vyzařovaná teplota světla o 4 000 K opět není nejvhodnější. Cena 799 Kč se řadí mezi nižší v daném souboru. Životnost a vyzařovací úhel jsou blízké průměru souboru, nevytváří tak jakoukoliv výhodu při výběru. Ilustrativní obrázek je přílohou č. 3

V4 DL241540-1RW – Podhledové LED světlo s příkonem 15 W je ze skupiny s označením začínajícím na „DL“ a má podobné parametry. Liší se především nižším příkonem i při zachování světelného toku 1 200 lm a shoduje se barvou světla. Má bíle nalakovaný povrch hliníkového rámu a udávanou životnost 40 000 hodin. Vyzařovací úhel je vyšší o 20° než předchozí ze skupiny „DL“. Cena v maloobchodě je 329 Kč již s DPH je jedna z nejnižších v souboru. V porovnání s „DL201840-3RW“ je cena poloviční.

V5 DL140930-1 – Podhledové LED světlo s označením začínající na „DL“ je v tomto případě 8 W, nejnižší ze zmíněné skupiny. Adekvátně tak vyzařuje světelný tok o 700 lm, tedy skoro polovinu oproti zbývajícím dvojici ze skupiny. Vhodná barva světla 3 000 K a nízká cena konkrétně 390 Kč jsou příznivé. Tuto variantu můžeme považovat za nepravděpodobnou výběru, neboť již při prvním pohledu jsou patrné výrazně bazální hodnoty u dvou parametrů.

V6 57/LED-X110-2COB30NW – Podhledové LED světlo s nejvyšším příkonem 2 x 30 W je díky dvěma implementovaným osvětlovacím parabolám také zároveň produkt s nejvyšším světelným tokem 5 000 lm v souboru variant. Této specifikaci také odpovídá nejvyšší cena ve výši 4 673 Kč. Vysoká cena v tomto případě nemá přímý vliv na životnost v délce 35 000 hodin, ta je podmíněna použitou technologií. Vyzařovací úhel tvoří součet dvou parabol ve svítidle, přičemž hodnota 180 ° není žádoucí. Obdobně barva světla, teple bílá nepodléhá ideální představě užití v daném prostoru.

V7 AR111427-1 – Žárovka s příkonem 14 W. Na jednom umístění budou situovány 4 ks. Celkový příkon činí 56 W řadí žárovku mezi trojici s nejvyšším příkonem. Vysoký příkon odráží v tomto případě i vysoký světelný tok žárovky, nachází se tak také mezi trojici nejvyšších v souboru. Vysoký světelný tok v tomto případě deklaruje cenu ve výši 4704 Kč. Žárovka kompenzuje zmíněné parametry nejvhodnějším vyzařovacím úhlem 25 ° a také ideální teplotou světla na úrovni 2 700 K. Střední životnost 35 000 hodin pravděpodobně nezmění významně umístění varianty.

V8 AR11013C4035CARSS – Žárovka s výkonem 13 W je blízká variantě V8 a platí pro ni obdobná východiska. Na jedno umístění přijdou 4 ks žárovky. Příkon za jedno umístění tak činí 52 W. Velký světelný tok 2 600 lm se zprostředkuje pod vyzařovacím úhlem 45 °, a opomeneme-li teplotu světla 4 000 K, zajistí žárovky vhodné svícení po dobu 30 000 hodin bezobslužného chodu.

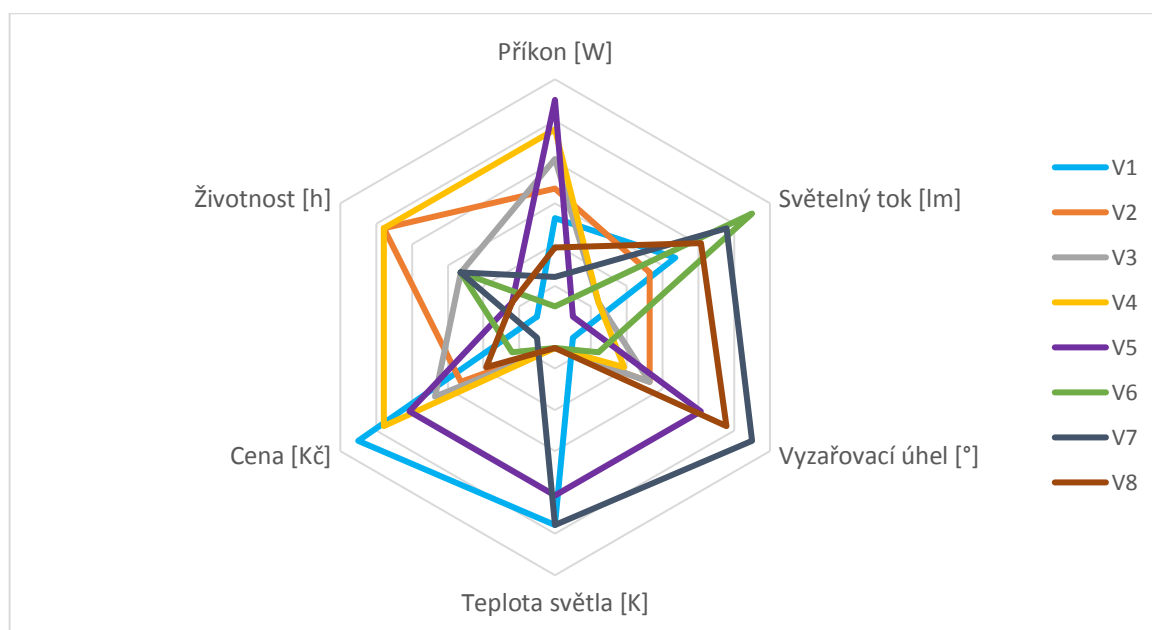
Uvedené varianty po zanesení do tabulky č. 3 a doplnění vybraných kritérií tvoří kritériální matici. Ve výpočtech a dalších zmínkách se v této práci uvedou pouze označení pro kritéria a varianty. Provede se vyřazení dominovaných variant a s redukováním souborem lze dále postupovat v řešení problému výběru.

Tabulka 3 Kriteriační matice

Označení	Příkon [W]	Světelný tok [lm]	Vyzařovací úhel [°]	Teplota světla [K]	Cena [Kč]	Životnost [h]
V1 BL270627-5	24	1880	280	2700	236	25000
V2 LP332040-4E	20	1700	120	4000	990	40000
V3 DL201840-3RW	18	1200	120	4000	799	35000
V4 DL241540-1RW	15	1200	140	4000	329	40000
V5 DL140930-1	9	700	105	3000	390	30000
V6 57/LED-X110-2COB30NW	60	5000	180	4000	4673	35000
V7 AR11020P4035CARSS	56	2800	35	2700	4704	35000
V8 AR11013C4035CARSS	52	2600	45	4000	3560	30000

Zdroj: Vlastní zpracování

Nalezené varianty z produktového katalogu mají různé hodnoty parametrů, to umožňuje vytvořit rozhodovací model a hledat nejlepší variantu. Žádná z variant není dominovaná jinou a obrázek č. 4 ilustruje variabilitu variant v pavučinovém grafu kritérií.



Obrázek 4 Graf variant v síti kritérií – vlastní zpracování

4.7 Stanovení vah kritérií

Zvolená kritéria jsou definována, lze jim nyní přidělit dílčí váhu. S váhou kritéria se počítá při užití metod vícekritériálního rozhodování popsanych v teoretických východiscích této práce. Samotné přidělení váhy kritériu je proces, v němž se zhotovitel vektoru vah

pohybuje různou měrou mezi objektivností a subjektivností posouzení důležitosti každého kritéria. Váhy se postupně rozdělí mezi uvedená kritéria za pomoci tří odlišných metod definovaných pro stanovení vah kritériím.

První metoda je metoda pořadí. Její snadné provedení udá základní představu o hierarchii šesti kritérií. Krátký rozbor mezi záměrem a přiřazenou důležitostí řekne zhotoviteli, zda vystihuje jeho představu o rozložení vah. Druhá metoda alokace 100 bodů je opět rychlou metodou pro stanovení vah kritérií. Metfesselova alokace stanoví váhy do podoby odpovídající procentuálnímu rozložení sil pro zvolená kritéria. Konfrontace osoby rozdělující 100 bodů s výsledným vektorem vah pokročí do třetí metody. Metoda párového srovnávání bude třetí metodou pro stanovení vektoru vah. Uskutečnění všech tří metod, je podstatné pro další postup aplikace samotných metod vedoucích k výběru jedné varianty. Osoba stanovující váhy vybere jednu metodu pro stanovení vah, která dle jejich uvážení nejvíce vystihuje požadované rozložení vah. Tento postup platí pro obě osoby stanovující váhy kritérií. Zvolená metoda stanovení vah se připojí k dalšímu procesu vícekritériálního rozhodování o volbě nejlepší varianty.

4.7.1 Hodnotitelé

Stanovení vah bude pro znázornění a také přesnější výběr probíhat pomocí 2 osob. Mezi dvojicí hodnotitelů patří pracovník zastávající ve firmě ISCCZ primárně veškerou komunikaci o zakázce se zákazníkem. V této komunikaci dojde k dohodnutí důležitosti specifických bodů smlouvy. Většina uskutečněných zakázek je realizována právě na základě písemné smlouvy. Některé smlouvy obsahují mimo samotný předmět smlouvy i část vymezenou k rozhodování na straně dodavatele. Jde tedy o ne zcela běžnou možnost vybrat mezi různými technickými řešeními dle jejich vhodnosti podle uvážení dodavatelské firmy. Takovéto řešení má výhody v odborném posouzení a výběru specializovanou osobou s dlouholetou praxí.

První hodnotící osoba se v dalším textu vyskytne pod zkratkou (H1). Druhým hodnotícím dále jen (H2) vedle H1 je osoba taktéž působící ve firmě ISCCZ. Podstatný článek při realizaci zakázky, má úkol vybrání již konkrétního produktu z portfolia firemních výrobků. Spolupráce s H1 se projeví při příjmu poptávky. Výběr druhu zakázky a návrh řešení včetně zamýšleného výběru technologie je základním krokem pro zdárnou realizaci celé zakázky. Z požadavků zákazníka potažmo požadavků H1 nalezne H2 v katalogu řešení,

kteře odpovídá zamýšlené technologii a typu vhodnému pro instalaci. V situaci, kdy je více volnosti pro rozhodování nebo existuje řešení odlišné od zamýšleného, navrhne nové řešení pro H1. Pokud jej H1 schválí, postupuje se k realizaci, v opačném případě se porovnají zamýšlená s nově navrhovanou variantou a tím dospějí k nalezení finální varianty. Produkt je kontrolován pro potřebné množství a je také zhodnocen z pohledu technické náročnosti montáže.

4.7.2 Metoda pořadí

První metoda je představena prvnímu hodnotícímu H1. Po seznámení s vybranými variantami z předcházející kapitoly a podmínkami sestrojení pořadí metodou pořadí se přejde k vyplnění hodnoty pro každé kritérium. Hodnoty pořadí smí nabývat pouze čísel $< 1 ; 6 > \subset \mathbb{N}$. Hodnota „1“ dává nejvyšší důležitost zvoleného kritéria. Přehled přiřazeného pořadí hodnotitelem H1 je uveden v tabulce č. 4.

Tabulka 4 Metoda pořadí – H1 přiřazené pořadí

Kritérium	Pořadí
Příkon [W]	3
Světelný tok [lm]	4
Vyzařovací úhel [°]	2
Teplota světla [K]	1
Cena [Kč]	6
Životnost [h]	5

Zdroj: Vlastní zpracování

Převod pořadí na body lze provést ručně anebo pomocí funkce RANK v Excelu. Příklad užití funkce v buňce B1 za předpokladu, že buňka A1 je první počet bodů přidělený hodnotitelem a buňka A6 je posledním přiděleným počtem bodů.

$$= \text{RANK}(A1; \$A\$1: \$A\$6) \quad (4-1)$$

Spolehlivost a přesnost ocení každý uživatel. V modelu s nízkým počtem kritérií automatizovaný výpočet neskýtá mnoho dalších výhod. Usnadnění práce a rychlost funkce RANK se projeví až s narůstajícím počtem kritérií v rozhodovacím modelu.

Pořadí určené hodnotícím H1 je seřazeno vzestupně od 1. nejdůležitějšího až k 6. nejméně důležitému kritériu. Takto seřazeným pořadí byl přidělen bodový zisk. Nejdůležitějšímu 1. kritériu byl přiřazen plný počet „6“ bodů. Počet bodů je roven v tomto případě počtu kritérií. Další v pořadí získá o bod méně. Nejméně důležité 6. kritérium získá jeden bod.

Součtem bodů z tabulky č. 5 se přidělené body jednotlivě vydělí. Podíl tvoří normalizovanou váhu pro příslušné kritérium. Součet normalizovaných vah činí „1“.

Tabulka 5 Metoda pořadí – H1 body a výsledné váhy

Kritérium	Body	Váha
Příkon [W]	4	0,19
Světelný tok [lm]	3	0,14
Vyzařovací úhel [°]	5	0,24
Teplota světla [K]	6	0,28
Cena [Kč]	1	0,05
Životnost [h]	2	0,10
Σ	21	1

Zdroj: Vlastní zpracování

První metoda je představena druhému hodnotícímu H2. Upřesnění pravidel pro přidělování bodů je v metodě důležité, obzvláště nemožnost přidělit stejné pořadí, respektive bodů ke dvěma různým kritériím. Některé benevolentnější metody připouštějí shodnou důležitost u dvou parametrů rozhodování. V našem případě zůstane pravidlo unikátního prisouzení pořadí u inkriminované metody H2 striktně vyžadováno. Přidělená pořadí v tabulce č. 6 jsou unikátní a v povoleném rozsahu.

Tabulka 6 Metoda pořadí – H2 přiřazené pořadí

Kritérium	Pořadí
Příkon [W]	6
Světelný tok [lm]	1
Vyzařovací úhel [°]	3
Teplota světla [K]	5
Cena [Kč]	2
Životnost [h]	4

Zdroj: Vlastní zpracování

Převod pořadí na body a výsledné váhy je totožný s procesem u H1 vyjma rozdílných preferencí v upřednostňovaných kritériích. Použití excelu a funkcí pro usnadnění obodování a následné normování vede k tabulce č. 7 s výslednými body a vypočtenými vahami.

Tabulka 7 Metody pořadí – H2 výsledné váhy

Kritérium	Body	Váha
Příkon [W]	1	0,05
Světelný tok [lm]	6	0,28
Vyzařovací úhel [°]	4	0,19
Teplota světla [K]	2	0,10
Cena [Kč]	5	0,24
Životnost [h]	3	0,14
Σ	21	1

Zdroj: Vlastní zpracování

4.7.3 Metoda alokace 100 bodů

Metoda stanoví váhy pomocí jedné celkové částky bodů beze zbytku mezi rozhodovaná kritéria. Celkový počet disponibilních bodů je 100, přičemž každá z ucházejících možností získá v ideálním případě $< 0 ; 100 >$ bodů. I přesto, že jsou obě (0 a 100) krajní možnosti přípustné, nepředpokládá se jejich připsání některé z možností. Obdrží-li kritérium „0“ bodů, není pro stanovitele vah důležité a lze jej proto vyřadit. Opačný extrém při přidělení „100“ bodů vyřazuje všechna ostatní kritéria.

Po prvním stanovení vah metodou pořadí nelze určit, jestli je některé z kritérií zcela nedůležité nebo naopak vysoce důležité (s vahou více než 0,2857). Metfesselova alokace, jak se také říká této metodě, má výhodu a usnadnění pro hodnotícího v tom, že přidělený počet bodů se automaticky rovná 100násobku váhy kritéria. Není zde nutnost žádných dalších výpočtů vyjma převodu na desetinné číslo.

Hodnotitel H1 převodem důležitosti kritérií určí přidělené množství bodů pro každou možnost v našem rozhodovacím modelu dle své specializace. Rozvržením sta bodů beze zbytku mezi šest variant určí hodnotitel nejen příslušné váhy ale i relativní vzdálenosti důležitostí mezi jednotlivými kritérii. Rozdíly mezi vahami odráží přesněji stanovené preference hodnotitele. Se stanovenými vahami metodou alokací 100 bodů a metodou vícekritériálního rozhodování se nalezne kompromisní varianta pro zhotovitele vektoru kritérií H1. Připsané body k jednotlivým možnostem se nachází v tabulce č. 8.

Tabulka 8 Metoda alokace 100 bodů – H1 body a výsledné váhy

Kritérium	Body	Váha
Příkon [W]	16	0,16
Světelný tok [lm]	14	0,14
Vyzařovací úhel [°]	23	0,23
Teplota světla [K]	27	0,27
Cena [Kč]	8	0,08
Životnost [h]	12	0,12
Σ	100	1

Zdroj: Vlastní zpracování

V pořadí druhý hodnotitel se ujme sestrojení metodou stanovení vah alokací 100 bodů. Dosažením ohodnocení každé z možností a sumou součtu všech udělených bodů rovných 100 je metoda dokončena. Preference kritérií v podobě přidělených bodů a hodnoty vah jsou k dispozici v tabulce č. 9.

Tabulka 9 Metoda alokace 100 bodů – H2 body a výsledné váhy

Kritérium	Body	Váha
Příkon [W]	8	0,08
Světelný tok [lm]	28	0,28
Vyzařovací úhel [°]	18	0,18
Teplota světla [K]	14	0,14
Cena [Kč]	22	0,22
Životnost [h]	10	0,10
Σ	100	1

Zdroj: Vlastní zpracování

4.7.4 Metoda Fullerova trojúhelníku

Třetí metoda Fullerova trojúhelníku vychází ze vzájemného porovnání všech možných unikátních dvojic. Dvojice tvoří kritéria, kdy jejich počet je roven „N“.

$$N = \frac{k * (k - 1)(k - 2)!}{2! * (k - 2)!} = \frac{k * (k - 1)}{2} \quad (4-2)$$

Počet N dvojic je při počtu k = 6 rozhodovacích kritérií roven 15.

$$N = \frac{6 * (6 - 1)}{2} = 15 \quad (4-3)$$

Veškeré dvojice jsou zaznamenány pouze jednou, přičemž nezáleží na jejich pořadí, a to i ve dvojici samotné. Dvojice (K1 , K2) je tak shodná s dvojicí (K2 , K1) a zde uvedené dvojice jsou tak vždy akceptovány pouze jednou. Pro vyšší přehlednost tabulka č. 10 vytvořené dvojice, jak vyplývá ze samotného jména metody, vyobrazuje v podobě trojúhelníku.

Tabulka 10 Dvojice kritérií ve Fullerovo trojúhelníku

Příkon [W] Světelný tok [lm]	Příkon [W] Vyzařovací úhel [°]	Příkon [W] Teplota světla [K]	Příkon [W] Cena [Kč]	Příkon [W] Životnost [h]
Světelný tok [lm] Vyzařovací úhel [°]	Světelný tok [lm] Teplota světla [K]	Světelný tok [lm] Cena [Kč]	Světelný tok [lm] Životnost [h]	Cena [Kč] Životnost [h]
Vyzařovací úhel [°] Teplota světla [K]	Vyzařovací úhel [°] Cena [Kč]	Vyzařovací úhel [°] Životnost [h]	Teplota světla [K] Cena [Kč]	Teplota světla [K] Životnost [h]

Zdroj: Vlastní zpracování

Postupně určí H1, které z kritérií ve dvojici je důležitější. Tomuto se připíše binární hodnota „1“ a ze dvojice méně důležité obdrží „0“. Způsob označení dvojice pro hodnotícího byl zvolen jako kroužkování. Transformace získaných dat do tabulky č. 11 pouze zvýrazní pro přehlednost preferovaná kritéria barvou.

Tabulka 11 Fullerův trojúhelník – H1

Příkon [W]	Příkon [W]	Příkon [W]	Příkon [W]	Příkon [W]
Světelný tok [lm]	Vyzařovací úhel [°]	Teplota světla [K]	Cena [Kč]	Životnost [h]
Světelný tok [lm]	Světelný tok [lm]	Teplota světla [K]	Světelný tok [lm]	
Vyzařovací úhel [°]	Teplota světla [K]	Cena [Kč]	Životnost [h]	
Vyzařovací úhel [°]	Vyzařovací úhel [°]	Vyzařovací úhel [°]		
Teplota světla [K]	Cena [Kč]	Životnost [h]		
Teplota světla [K]	Teplota světla [K]			
Cena [Kč]	Životnost [h]			
Cena [Kč]				
Životnost [h]				

Zdroj: Vlastní zpracování

Barevné vyznačení znamená přičtení jednoho bodu, součet bodů je v tabulce č. 12. Vedle bodů je vyznačena normovaná váha a kontrolní prvek sumy vah.

Tabulka 12 Výsledné váhy Fullerův trojúhelník H1

Kritérium	Body	Váha
Příkon [W]	3	0,1765
Světelný tok [lm]	2	0,1176
Vyzařovací úhel [°]	4	0,2353
Teplota světla [K]	5	0,2941
Cena [Kč]	1	0,0588
Životnost [h]	2	0,1176
Σ	17	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Dále je jak z tabulky č. 8 a také tabulky č. 12 rozpoznatelná shoda při udělení preferencí. Vzniklý stav nejméně odpovídá představě H1 pro důležitost kritérií mezi sebou. V trojúhelníku jsou proto označeny dvě dvojice kvůli jejich shodné významnosti v projektu pro hodnotitele H1. Výsledné váhy proto nejsou rozdílné pro každé z kritérií. Jedná se o dvě kritéria s nízkou váhou.

Druhý hodnotitel eviduje příležitost uvádět jeho preference ve dvojicích jako způsob vyjádření pohledu specializovaného pracovníka. Očekávání přesnějšího rozložení vah způsobené porovnáním vždy pouze jedné dvojice kritérií mezi sebou, přiblíží rozhodování skutečnosti. Navržená podoba Fullerova trojúhelníku sestrojena H2 je v tabulce č. 13.

Tabulka 13 Metoda Fullerova Trojúhelníku H2

Příkon [W]	Příkon [W]	Příkon [W]	Příkon [W]	Příkon [W]
Světelný tok [lm]	Vyzařovací úhel [°]	Teplota světla [K]	Cena [Kč]	Životnost [h]
Světelný tok [lm]	Světelný tok [lm]	Světelný tok [lm]	Světelný tok [lm]	
Vyzařovací úhel [°]	Teplota světla [K]	Cena [Kč]	Životnost [h]	
Vyzařovací úhel [°]	Vyzařovací úhel [°]	Vyzařovací úhel [°]		
Teplota světla [K]	Cena [Kč]	Životnost [h]		
Teplota světla [K]	Teplota světla [K]			
Cena [Kč]	Životnost [h]			
Cena [Kč]				
Životnost [h]				

Zdroj: Vlastní zpracování

Pohled H2 na rozhodovací kritéria znamenal pro jednu z možností nedůležitost oproti ostatním. Jmenovitě jde o kritérium K1 Příkon, které pro uživatele metody stanovení vah nebylo ani jednou více důležité než ostatní kritéria. Při plné konzistenci matice prvků, je tento jev žádaný. Dojde v něm k nulovému přidělu bodů nejméně důležitému kritériu, ze kterých je normováním vypočtena příslušná váha kritéria, což znamená eliminaci kritéria z následného rozhodování. H2 uvedl, že mezi dvojicí nejméně důležitých kritérií neviduje vyšší významnost. Zmíněná dvojice v tabulce č. 14 s body a váhami obdržela od H2 po jednom bodu.

Tabulka 14 Fullerův trojúhelník H2 Výsledné body a váhy

Kritérium	Body	Váha
Příkon [W]	1	0,0625
Světelný tok [lm]	5	0,3125
Vyzařovací úhel [°]	3	0,1875
Teplota světla [K]	2	0,1250
Cena [Kč]	4	0,2500
Životnost [h]	1	0,0625
Σ	16	1

Zdroj: Vlastní zpracování

4.7.5 Zhodnocení a výběr metody stanovení vah

Posouzení užitých metod je rozděleno na dvě úlohy. Oba hodnotící retrospektivně zhodnotí metody stanovení vah z pohledu provedení stanovení vah a výsledného vektoru vah. Rozhodnutí vyjde z porovnání stylu, jakým se dospěje k výslednému vektoru a míře zohlednění vazeb mezi jednotlivými kritérii. Zachycené poznatky obou hodnotících jsou formulovány a sepsány v bodech níže.

- První metoda – Metoda pořadí, vychází při stanovení vah z jednoznačného určení pořadí, respektive bodů, které stanoví váhy. Metoda precizně definuje hierarchii pořadí, nerespektuje ale žádné další specifické detaily blízkosti důležitosti kritérií.
- Druhá metoda – Alokace 100 bodů, exaktně stanoví body ke kritériím s možností dbát na podobnost vah mezi možnostmi. Vystihnutí preferencí H1 a H2 se projeví ohodnocením kritérií vahami, které dle jejich slov odpovídá jejich představě.
- Třetí varianta – Fullerův trojúhelník posuzuje jednotlivé dvojice kritérií navzájem mezi sebou a poté označeným (důležitějším) kritériím přidělí bod. Fullerův

trojúhelník využívá obou předchozích metod. Jednoznačně upřednostní jedno kritérium před druhým a zároveň zohledňuje vztahy a vzdálenosti mezi jednotlivými kritérii. Vzdálenosti jsou v podobě normované váhy a mají tak podobnou vypovídající hodnotu jako metoda alokace 100 bodů. Výhodou je doložitelnost tvrzení pro váhy kritérií pomocí trojúhelníku s vyznačením preferované možnosti v každé z utvořených dvojic.

Porovnané metody stanoví váhy kritériím odlišným způsobem s různou přesností, a proto oba hodnotitelé pro potřeby dalšího postupu výběru svítidla upřednostní váhy získané metodou Fullerova trojúhelníku. První metoda nerespektuje blízkost dvou ani více kritérií. Třetí metoda připouští evidování důležitosti příbuzných kritérií, ale stanovení je zcela subjektivní a neopírá se o žádné odůvodnění. Také třetí metoda je založena na subjektivitě rozhodovatele, opírá se však o dílčí problémy rozhodování, konkrétně mezi dvojicemi kritérií. Aplikované trojice metod si jsou blízké výslednými vahami u hodnotitele H1 a také H2. Rozhodnutí o použité metodě stanovení vah pro další výpočty rozhodovacího modelu se shoduje pro oba hodnotitele. Výsledné váhy stanovené metodou párového porovnávání pro prvního hodnotícího H1 jsou v tabulce č. 15. Tabulka č. 16 obsahuje normované váhy získané shodnou metodou pro H2. Odlišné váhy v obou vektorech demonstruje obrázek č. 5.

Tabulka 15 vektor vah H1

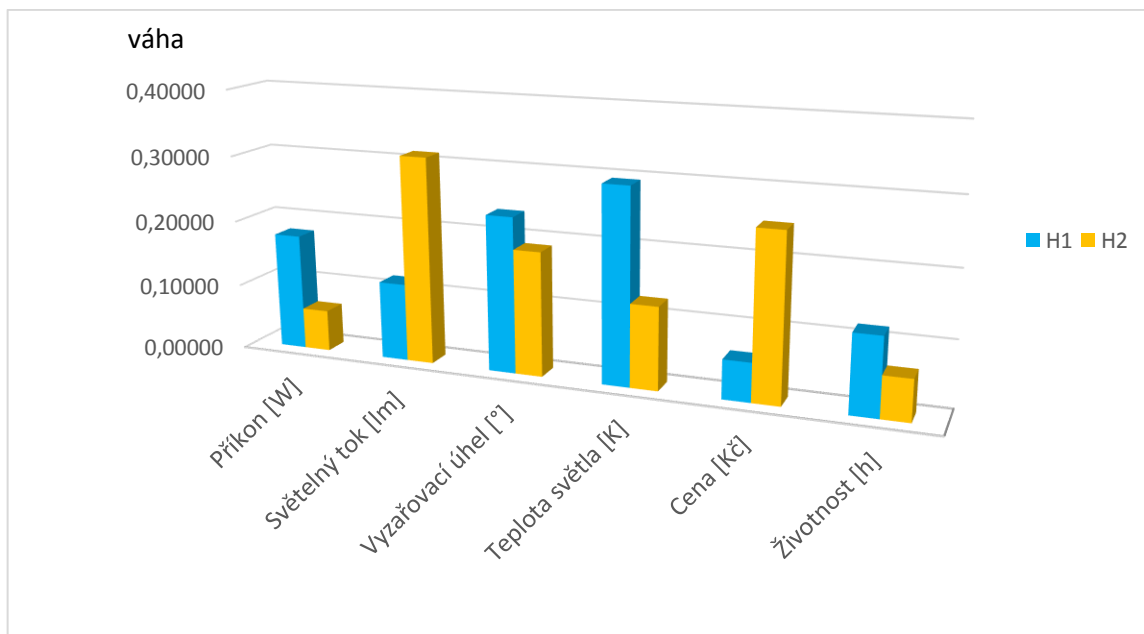
Kritérium	Příkon [W]	Světelný tok [lm]	Vyzařovací úhel [°]	Teplota světla [K]	Cena [Kč]	Životnost [h]
Váha	0,1765	0,1176	0,2353	0,2942	0,0588	0,1176

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 16 vektor vah H2

Kritérium	Příkon [W]	Světelný tok [lm]	Vyzařovací úhel [°]	Teplota světla [K]	Cena [Kč]	Životnost [h]
Váha	0,0625	0,3125	0,1875	0,1250	0,2500	0,0625

Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 5- Váhy kritérií pro H1 a H2 – vlastní zpracování

4.8 Aplikace rozhodovacích metod

Přistoupení k aplikaci rozhodovacích metod předchází rekapitulaci doposud sestrojených, stanovených a vyhledaných komponent potřebných v rozhodovacím modelu.

Rozhodovací model má určit ideálně jednu nejvhodnější variantu a pořadí prvních tří nejlépe hodnocených variant. Soubor šesti kvantitativních kritérií popisuje produkt osvětlení po technické stránce a ceně. Stanovené vektory vah pro dvojici hodnotitelů vypovídá o jejich specializaci a směru při volbě produktu. Osm nalezených produktů z firemního katalogu svítidel tvoří množinu, ze které se metodami vícekritériálního rozhodování vybere optimum.

Dvě vybrané metody, jmenovitě metoda WSA a TOPSIS, využijí jako podklad pro výpočet upravenou kritériální matici. Tabulka před úpravami má kritéria jak maximalizační, tak minimalizační. Podle obou z nich jsou stanoveny hodnoty ideální a bazální varianty, které jsou zapsány v řádcích na konci tabulky č. 17 kritériální matice.

Tabulka 17 Tabulka kritériální matice

Typ kritéria	MIN	MAX	MIN	MIN	MIN	MAX
Varianta	Příkon [W]	Světelný tok [lm]	Vyzařovací úhel [°]	Teplota světla [K]	Cena [Kč]	Životnost [h]
V1	24	1880	280	2700	236	25000
V2	20	1700	120	4000	990	40000
V3	18	1200	120	4000	799	35000
V4	15	1200	140	4000	329	40000
V5	9	700	105	3000	390	30000
V6	60	5000	180	4000	4673	35000
V7	56	2800	35	2700	4704	35000
V8	52	2600	45	4000	3560	30000
Ideální	9	5000	35	2700	236	40000
Bazální	60	700	280	4000	4704	25000

Zdroj: Vlastní zpracování

Upravení kritériální matice je v převedení minimalizačních kritérií na maximalizační. Nezbytný krok způsobuje porovnatelnost transponovaných i původních kritérií mezi sebou. Sloupec kritéria, který projde změnou, obsahuje hodnotu „0“. Upravená kritériální matice se nalézá v tabulce č. 18 včetně nul ve sloupcích pozměněných kritérií. Spodní dva řádky představují nejvyšší a nejnižší hodnotu ve sloupci. Nalezení se nechá provést funkcí v Excelu =MIN a =MAX.

Tabulka 18 Upravená kritériální matice s ideální a bazální variantou

Typ kritéria	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
Varianta	Příkon [W]	Světelný tok [lm]	Vyzařovací úhel [°]	Teplota světla [K]	Cena [Kč]	Životnost [h]
V1	36	1880	0	1300	4468	25000
V2	40	1700	160	0	3714	40000
V3	42	1200	160	0	3905	35000
V4	45	1200	140	0	4375	40000
V5	51	700	175	1000	4314	30000
V6	0	5000	100	0	31	35000
V7	4	2800	245	1300	0	35000
V8	8	2600	235	0	1144	30000
Ideální	51	5000	245	1300	4468	40000
Bazální	0	700	0	0	0	25000

Zdroj: Vlastní zpracování

4.8.1 Metoda WSA

Metoda WSA je postup vícekritériálního rozhodování, založena na speciálním použití lineární funkce užitku. Složena je ze tří navazujících kroků.

1. Výpočtem se převede upravená kritériální matice z tabulky č. 19 na novou normalizovanou kritériální matici „R“. Nová matice „R“ obsahuje pouze maximalizační kritéria, přičemž rozmezí transponovaných kritérií je $< 0, 1 >$. Nejlepší původně minimalizační kritérium, nově již maximalizační kritérium nabývá hodnoty „1“. Stejně poznatky se vztahují na původní maximalizační kritéria.
2. Klíčové pro první krok metody, je zjištění hodnoty ideální a bazální varianty. Ideální hodnota každého kritéria se nachází v jeho sloupci. Pro maximalizační kritérium je nejlepší hodnota, hodnotou nejvyšší. Ve sloupci kritéria se zjistí maximum, které se v české literatuře označuje „H“ jako horní mez. Maximalizační kritérium má rovněž nejhorší variantu, tu nejnižší. Ve stejném sloupci se ještě nachází hodnota bazální, označená písmenem „D“ jako dolní mez. Zjištěné ideální a bazální hodnoty z každého sloupce tvoří dvě fiktivní varianty.
3. Poslední krok je výpočet užitku. Každá varianta z matice „R“ a příslušného vektoru vah pro hodnotitele H1 a poté H2 obdrží vypočtenou hodnotu užitku.

Normalizovaná kritériální matice vypočtena v tabulce č. 19 je základem pro následující postupy obou hodnotitelů, obsahuje také vektory vah.

Tabulka 19 Kritériální matice "R"

Typ kritéria	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
Varianta	Příkon [W]	Světelný tok [lm]	Vyzařovací úhel [°]	Teplota světla [K]	Cena [Kč]	Životnost [h]
V1	0,70588	0,27442	0	1	1	0
V2	0,78431	0,23256	0,65306	0	0,83124	1
V3	0,82353	0,11628	0,65306	0	0,87399	0,66667
V4	0,88235	0,11628	0,57143	0	0,97919	1
V5	1	0	0,71429	0,76923	0,96553	0,33333
V6	0	1	0,40816	0	0,00694	0,66667
V7	0,07843	0,48837	1	1	0	0,66667
V8	0,15686	0,44186	0,95918	0	0,25604	0,33333
H1	0,17647	0,1177	0,2353	0,2941	0,0588	0,1177
H2	0,0625	0,3125	0,1875	0,1250	0,2500	0,0625

Zdroj: Vlastní zpracování

Přřazení příslušného vektoru vah (hodnotitele H1) stanoveného metodou Fullerova trojúhelníku ke kriteriální matici „R“ umožní stanovení užítku u rozhodovaných variant. Výsledek skalárního součinu vektoru vah hodnotitele H1 a vektoru hodnot varianty značí užitek, který volba varianty hodnotiteli přinese. Rozsah užítku každé z variant se pohybuje $< 0, 1 >$. Varianta s nejvyšším užítkem je vhodnou volbou výběru. Vypočtené užítky variant a vyznačené pořadí pro H1 jsou obsahem tabulky č. 20.

Tabulka 20 WSA H1 Výsledek

Varianta	Užitek	Pořadí
V1	0,50979	3
V2	0,48597	4
V3	0,44251	6
V4	0,47909	5
V5	0,66679	2
V6	0,29252	8
V7	0,67914	1
V8	0,35963	7

Zdroj: Vlastní zpracování

První výsledek pro prvního hodnotitele s velmi vyrovnaným výsledkem na prvních dvou místech ukazuje na kompetitivnost variant. Zároveň lze konstatovat, že volba první či druhé varianty přinese hodnotiteli $\frac{2}{3}$ pomyslného užítku vzhledem k selektované šestici kritérií.

Přistoupení k druhému hodnotiteli H2 a vykonání postupu rozhodovací metody znamená druhý výsledek, tabulku č. 21 dosažený metodou WSA.

Tabulka 21 Výsledek WSA H2

Varianta	Užitek	Pořadí
V1	0,50487	5
V2	0,51445	2
V3	0,47042	6
V4	0,50592	4
V5	0,55480	1
V6	0,43243	7
V7	0,51168	3
V8	0,41258	8

Zdroj: Vlastní zpracování

Pořadí druhého hodnotitele H2 se shoduje ve dvojici variant umístěných na prvních třech místech s tím rozdílem, že nyní dosažené užítky si jsou velmi blízké. Z osmi variant jich je sedm v 10 % užitku. Nejméně užitku z volby přináší pro oba hodnotitele varianty V8 a V6.

4.8.2 Metoda TOPSIS

Druhou metodou použitou pro výběr varianty svítidla je metoda TOPSIS. Postup nalezení vhodného produktu vychází ze vzdáleností od ideální a od bazální varianty. Žádaná je nejmenší vzdálenost varianty k ideální hodnotě a největší vzdálenost od bazální hodnoty.

Vyjde se z upravené kritériální matice, tabulky č. 18. Zaručí se tím obsah matice s již transponovanými kritérii z typu minimalizačního na maximalizační. Připojením vektoru vah a výpočtem podle vzorce č. 4-4 vznikne normalizovaná kritériální matice tabulka č. 22.

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p y_{ij}^2}} \quad (4-4)$$

Tabulka 22 TOPSIS H1 Normalizovaná kritériální matice R2

Typ kritéria	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
Varianta	Příkon [W]	Světelný tok [lm]	Vyzařovací úhel [°]	Teplota světla [K]	Cena [Kč]	Životnost [h]
V1	0,37198	0,2675	0	0,62116	0,47611	0,25924
V2	0,41332	0,24189	0,33606	0	0,39576	0,41478
V3	0,43398	0,17074	0,33606	0	0,41612	0,36293
V4	0,46498	0,17074	0,29405	0	0,4662	0,41478
V5	0,52698	0,0996	0,36757	0,47782	0,4597	0,31109
V6	0	0,71143	0,21004	0	0,0033	0,36293
V7	0,04133	0,3984	0,51459	0,62116	0	0,36293
V8	0,08266	0,36994	0,49359	0	0,1219	0,31109
Váha H1	0,1765	0,1177	0,2353	0,2941	0,0588	0,1177

Zdroj: Vlastní zpracování

Následující krok převede normovanou kritériální matici R2 do podoby vážené normalizované kritériální matice W1 prostým vynásobením hodnot matice vahou uvedenou v příslušném sloupci. Pod nově vzniklou maticí W1 se doplní aktuální hodnoty ideální a bazální varianty. Matice W1 se nachází v tabulce č. 23

Tabulka 23 TOPIS H1matice W1

Typ kritéria	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
Varianta	Příkon [W]	Světelný tok [lm]	Vyzařovací úhel [°]	Teplota světla [K]	Cena [Kč]	Životnost [h]
V1	0,06564	0,03147	0	0,1827	0,02801	0,0305
V2	0,07294	0,02846	0,07907	0	0,02328	0,0488
V3	0,07659	0,02009	0,07907	0	0,02448	0,0427
V4	0,08206	0,02009	0,06919	0	0,02742	0,0488
V5	0,09300	0,01172	0,08649	0,14053	0,02704	0,0366
V6	0	0,08370	0,04942	0	0,00019	0,0427
V7	0,00729	0,04687	0,12108	0,1827	0	0,0427
V8	0,01459	0,04352	0,11614	0	0,00717	0,0366
Váha H1	0,1765	0,1177	0,2353	0,2941	0,0588	0,1177
Ideální	0,0930	0,0837	0,12108	0,1827	0,02801	0,0488
Bazální	0	0,01172	0	0	0	0,0305

Zdroj: Vlastní zpracování

Specifická část metod TOPSIS, je ve zjištění vzdáleností variant od hodnoty ideální a bazální varianty. Vzdálenosti se získají z matice W1 použitím vzorce 2 a vzorce 3

Vzorec č.4-5 Vzdálenost od ideální varianty

$$d_i^+ = \left(\sum_{j=1}^m (w_{ij} - H_j)^p \right)^{1/p} \quad (4-5)$$

Vzorec č.4-6 Vzdálenost od bazální varianty

$$d_i^- = \left(\sum_{j=1}^m (w_{ij} - D_j)^p \right)^{1/p} \quad (4-6)$$

Tabulka 24 TOPSIS H1 Vzdálenosti variant

Varianta	di+	di-
V1	0,1359	0,1971
V2	0,1965	0,1128
V3	0,1988	0,1137
V4	0,2006	0,1126
V5	0,0911	0,1914
V6	0,2190	0,0882
V7	0,0976	0,2224
V8	0,2043	0,1217

Zdroj: Vlastní zpracování

Poslední krok vedoucí k dokončení metody TOPSIS spočívá ve výpočtu relativního ukazatele vzdálenosti od bazální varianty dle vzorce č. 4.

Vzorec č. 4-7 Vzorec relativního ukazatele

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (4-7)$$

Relativní ukazatel vzdálenosti vychází z vypočtené tabulky č. 24. Doplnění výsledného sloupce pořadí vede k tabulce č. 25 s výsledkem použití metody TOPSIS hodnotitelem H1.

Tabulka 25 TOPSIS H1 výsledné pořadí

Varianta	c_i	Pořadí
V1	0,5919	3
V2	0,3647	5
V3	0,3640	6
V4	0,3595	7
V5	0,6775	2
V6	0,2870	8
V7	0,6951	1
V8	0,3732	4

Zdroj: Vlastní zpracování

Nalezené varianty, které se nechají považovat za vhodné k volbě, jsou varianty A7 a A5. Rozdíl mezi nimi je malý oproti třetí variantě v pořadí. Nejhorší varianty jsou o více než třetinu relativního ukazatele vzdálenosti horší.

Výpočet pro druhého hodnotitele lze opakovat od části navazující na vytvořenou normalizovanou kritériální matici „R2“. Matice „R2“ v tabulce č. 22 se pro H2 vynásobí nově vektorem vah stanoveným metodou Fullerova trojúhelníku v dřívějších částech této práce. Po provedení matematické operace vznikne nová vážená kritériální matice W2 viz tabulka č. 26. Jsou zde uvedeny váhy kritérií a nově nalezeny hodnoty ideální a bazální varianty.

Tabulka 26 TOPSIS W2 H2

Typ kritéria	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
Varianta	Příkon [W]	Světelný tok [lm]	Vyzařovací úhel [°]	Teplota světla [K]	Cena [Kč]	Životnost [h]
V1	0,02325	0,08359	0	0,07765	0,11903	0,0162
V2	0,02583	0,07559	0,06301	0	0,09894	0,02592
V3	0,02712	0,05336	0,06301	0	0,10403	0,02268
V4	0,02906	0,05336	0,05514	0	0,11655	0,02592
V5	0,03294	0,03112	0,06892	0,05973	0,11492	0,01944
V6	0	0,22232	0,03938	0	0,00083	0,02268
V7	0,00258	0,1245	0,09649	0,07765	0	0,02268
V8	0,00517	0,11561	0,09255	0	0,03048	0,01944
Váha H2	0,06250	0,31250	0,18750	0,12500	0,25000	0,06250
Ideální	0,03294	0,22232	0,09649	0,07765	0,11903	0,02592
Bazální	0	0,03112	0	0	0	0,0162

Zdroj: Vlastní zpracování

Zopakují se kroky pro stanovení vzdáleností od ideální a rovněž bazální varianty. Vzdálenosti mají charakter samostatného kritéria. Oba koeficienty jsou shodného maximalizačního typu a vyšší hodnota značí lepší umístění. Vzdálenosti variant pro hodnotitele H2 jsou předmětem tabulky č. 27.

Tabulka 27 TOPSIS H2 Vzdálenosti variant

Varianta	di+	di-
V1	0,1695	0,1533
V2	0,1707	0,1285
V3	0,1897	0,1268
V4	0,1906	0,1344
V5	0,1942	0,1504
V6	0,1561	0,1953
V7	0,1571	0,1553
V8	0,1615	0,1291

Zdroj: Vlastní zpracování

Finální krok pro dokončení metody TOPSIS je relativní vzdálenost, která se určí vzorcem č. 4. Vyjádření zlomku preferuje variantu nejbližší k ideální a nejdále od bazální. Relativní vzdálenosti variant od bazálních hodnot a výsledné pořadí svítidel pro druhého hodnotícího podle metody TOPSIS se nachází v tabulce č. 28.

Tabulka 28 TOPSIS H2 Výsledek

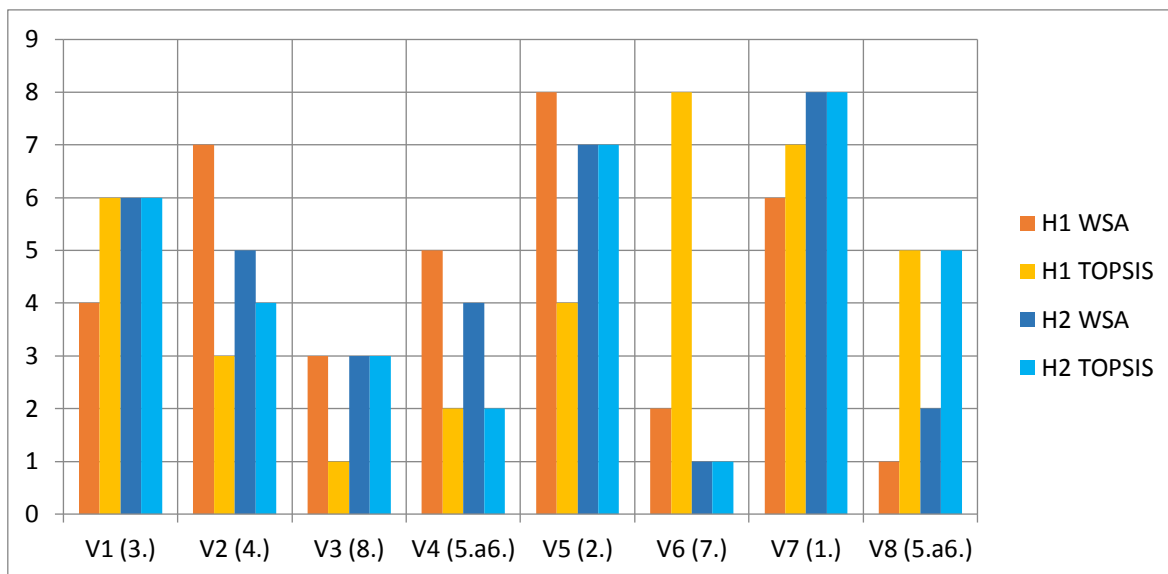
Varianta	c_i	Pořadí
V1	0,4748	3
V2	0,4294	6
V3	0,4006	8
V4	0,4136	7
V5	0,4365	5
V6	0,5559	1
V7	0,4971	2
V8	0,4442	4

Zdroj: Vlastní zpracování

Varianta A6 a dvojice A7 a A1 se řadí na prvních třech místech. Ostatní možnosti jsou řazeny v blízkosti první trojice. Výsledek určuje jednoznačné pořadí, varianty jsou přesto pro hodnotitele blízko k možnému výběru.

4.8.3 Výběr varianty

Metody aplikované při výběru LED svítidla jsou schopné řazení variant podle kritérií a preferencí hodnotitele. Preference jsou zvýrazněny přiřazením vektoru vah. Sestavený model určil v první řadě kompromisní variantu, která se stává pouze poznatkem více nepřispívajícím k rozhodnutí. Hodnotitel s označením č. 1 metodou váženého součtu nachází s metodou TOPSIS shodu pořadí v prvních dvou variantách řešeného problému. Druhý hodnotitel zjištěná umístění z první metody nepotvrzuje shodou u druhé metody. Situace se nachází ve stavu, kdy hodnotitelé H1 a H2 musí nalézt kompromisní řešení problému výběru svítidla. Oba mají stejnou rozhodovací sílu a nelze na úkor jednoho z nich preferovat více druhého. Pořadí z každé metody je zaneseno do sloupcového grafu č. 7. i s v závorce uvedeným finálním pořadím výběru. Nejlepší variantě je přiděleno 8 bodů, druhé 7 a analogicky ostatním, stejně jako u metody pořadí stanovující váhy kritérií. Porovnáním pořadí variant z každé metody se stanoví finální pořadí, a v tomto případě s jednou sdílenou pozicí na 5. a 6. místě, která se stejně velmi pravděpodobně nestane zvolenou variantou rozhodovacího modelu. V případě shodného pořadí nejlepších variant, je možné využít vypočtené vzdálenosti od optimální varianty jako parametr pro výběr.



Obrázek 6 Graf dílčích výsledků- v závorce finální pořadí - vlastní zpracování

Obrázek č. 6 zachycuje graf dílčích pořadí variant (a finální pořadí výběru vyznačena v závorce u varianty) i tak z něj je patrné například, že varianta V8 je lépe hodnocena metodou TOPSIS. Variantě V5 naopak působení metody TOPSIS zhoršil finální průměr. Jsou zde i tak varianty hodnoceny vyrovnaně. Totožné pořadí je 3x u V1 a V3. Nekonzistentně se naopak projevila varianta V6, která se polarizuje jako nejlepší i nejhorší v závislosti na kombinaci preferencí hodnotitele a metodě rozhodování.

Varianta V7 má 2x nejlepší pořadí a vyrovnané hodnocení. Parametry tohoto produktu jsou tudíž vhodné podle obou hodnotitelů k finálnímu výběru.

Druhá varianta V5 může být náhradní alternativou, taktéž vhodnou pro instalaci, protože se 2x nachází na druhém pořadí.

Třetí varianta V1 je 3x třetí a její volba už má pro uživatele některé obtíže, jako například nejnižší životnost v celém souboru variant nebo nevhodný nejvyšší vyzařovací úhel.

4.9 Hodnocení investice

Vybraným produktem LED osvětlení se realizuje úspora nákladů plynoucí z nižší spotřeby elektrické energie oproti původnímu osvětlení. Technologie LED má vyšší účinnost, což znamená, že shodný světelný tok je docílen za nižšího příkonu. Techniky ohodnocení investice se použijí pro zjištění, jak rychle se do investice vložené prostředky vrátí. Investice v případě modernizace osvětlení představuje samotné náklady spojené s realizací modernizace, oproti tomu finanční výnos, kterým se měří pozitivní efekt, je reprezentován úsporou nákladů na provoz. Odhad úspory je klíčem k přesnému vypočtení ukazatele. Na

rozdíl od běžného kalkulování s nejistými tržbami, se úspora v nákladech jeví jako vysoce jistý faktor. Ovlivnění zapříčiní vlivy změny cen za distribuci elektrické energie, či změna množství dlouhodobě spotřebovávané energie. Zmíněné vlivy se považují za stabilní s předvídatelným trendem, projevy změn jsou v čase pozvolné. Hodnocení provádí metody rozdělené na dynamické a statické. Jelikož tato investice negeneruje již zmíněné tržby ale pozitivní efekt, relevantní metoda pro ohodnocení s vypovídající hodnotou je doba návratnosti investice. Dynamická forma metody zohledňuje diskontováním hodnoty toků, které ale v popisovaném případě a situaci vlivů nehrají roli. Postačí tedy metoda statická, která nereflektuje případné riziko investice. Riziko není v této investici přítomno.

4.9.1 Doba návratnosti investice

Metoda doby návratnosti z diskontovaných toků zjistí počet let, potřebných ke kumulaci pozitivního efektu od 1. roku, než se suma vyrovná hodnotě investice. Porovnání doby návratnosti s životností investice vypoví o vhodnosti rozhodnutí. Přínosem je tak doplnění rozhodování o zdroj podložený výpočtem, nicméně jej nelze brát jako jediný původ informací sloužících k rozhodnutí o investici. Zodpovědnost za rozhodnutí se nikam nepřenáší a zůstává obvykle na vedoucím pracovníkovi, není-li stanoveno jinak. Pro výpočet bude použito vzorce č. 4-8.

$$\sum_{i=1}^{PB} CF_i = K \quad (4-8)$$

V tabulce č. 29 je proveden výpočet nákladů na elektrické energie za rok, na základě stávajících údajů a vzorce. Náklady = (Příkon / 1000 * Doba svícení za den * Svítících dnů v roce * Počet žárovek * Cena za el. energii)

Tabulka 29 Výpočet ročních nákladů

Výpočet úspory	Stávající stav	LED
Světelný tok [lm]	800	800
Příkon [W]	60	9
Svítil [h/den]	7,5	7,5
Svítících dnů v roce	360	360
Počet žárovek [ks]	132	132
Cena el. energie [Kč/kWh]	3,25	3,25
Náklady za rok [Kč]	69 498	10 424,7
Úspora za rok [Kč]		59 073,3

Zdroj: Vlastní zpracování

Současně vedlejší sloupec porovnáva variantu V7. Poslední řádek už značí rozdíl mezi náklady stávajícího osvětlení a zvoleného produktu světelné technologie LED. Částka blížící se 60 000 Kč znamená částku, o kterou se sníží roční náklady za elektrickou energii.

Pro výpočet doby návratnosti bude tato částka brána jako definovaný pozitivní užitek. Kumulací těchto užiteků rovna nákladům spojeným s investicí značí počet let potřebných k pokrytí vydaných finančních prostředků. Kumulace pozitivních efektů se střádá do té doby, než je dosaženo hodnoty investice, poté se zpřesní hodnota roků na dny. Zjištěná doba návratnosti se porovná s životností osvětlení, do kterého se plánuje investovat. Průměrná životnost LED svítidel se u varianty V7 pohybuje na hodnotě 30 000 hodin. Tabulka č. 30 zachycuje dobu návratnosti investice.

Cena zakázky se tedy odráží od 132 kusů po 1 176 Kč a 30 000 Kč za montáž. Fakturovaná částka je 185 232 Kč včetně DPH.

Tabulka 30 Doba návratnosti

Období	Cash Flow	Σ Cash Flow
Rok 0	-185 232	-185 232
Rok 1	59 073	-126 159
Rok 2	59 073	-67 085
Rok 3	59 073	-8 012
Rok 4	59 073	51 061

Zdroj: Vlastní zpracování

Výpočet je zjednodušen a nebere v potaz konzumeristický přístup zvyšující se spotřeby ani jiné vlivy, přestože paradoxně by růst spotřeby energie přinášel větší pozitivní efekt úspory elektrické energie. Hodnocení investice metodou doby návratnosti schvaluje zvolení varianty V7 s návratností vložených finančních prostředků do modernizace osvětlení díky úspoře nákladů za dobu provozu světla. Návratnost je za 3,135 roku, což je za 3 roky a 50 dní.

Osoby zodpovídající za chod podniku mají časté tendence ke snižování nákladů. Docílí tím úspory bez snížení zákaznického komfortu a nezvyšují tím požadavky na zaměstnance. V případě modernizace osvětlení není ani nutné důsledně vyžadovat určité chování či aktivity zaměstnanců vedoucí k žádoucímu efektu snížení nákladů.

5 Zhodnocení výsledků a doporučení

Rozhodovací problém byl řešen v podniku, kde se v současném stavu nenachází metodicky ukotvený rozhodovací postup. Úspěšné hospodaření a dlouhá historie firmy se opírá o individuální zkušenosti specialistů. Jejich volby jsou správné, zajištěny kontrolou názoru jednoho či více kolegů, nicméně přesnost rozhodnutí není podložena analýzami. Prostředí osvětlovacích produktů je vhodné pro použití rozhodovacích metod díky přesné znalosti informací o produktu, o místě instalace a ve většině případů i o požadavcích zákazníka.

Metoda Fullerova trojúhelníku se vypořádala s nedostatky ostatních použitých metod stanovení vah a byla zvolena pro tvorbu vektoru vah, který se následně připojil k modelu vícekritériálního rozhodování při výběru LED osvětlení.

Výsledkem metody WSA a TOPSIS pro dvojici hodnotitelů bylo pořadí, ze kterého je kompromisní variantou produkt s označením LED žárovka TESLA AR111427-1. Žárovka má nejlepší hodnoty u dvou parametrů z celého souboru variant. Druhá nejlepší varianta s označením LED podhledové svítidlo TESLA DL140930-1 je méně vhodnou alternativou.

Proces výběru, usnadněný výpočetní technikou je po sestavení souboru kritérií a variant rychlý a obhajitelný. Vytvořením metodického postupu, s aplikovanými metodami rozhodování, se nabízí příležitost pro nábor dalších zaměstnanců do oddělení osvětlení. Růst počtu zaměstnanců potencionálně generuje další tržby, s tím se zvyšuje hodnota samotného know-how podniku. Navýšení hodnoty know-how se odrazí na celkové hodnotě podniku, který může s unifikovaným produktem i díky globalizaci a internetu snadněji proniknout na další zahraniční trhy.

Bylo by zajímavé sledovat změny v počtu zakázek / tržeb po zavedení metodického postupu a tržní ohodnocení podniku s navýšeným know-how. Obojí by mohlo být předmětem dalšího samostatného zkoumání.

6 Závěr

Předmětem diplomové práce byla aplikace rozhodovacích metod při výběru nejlepšího produktu LED osvětlení v zakázce realizované společností ISC Communication Czech, a.s. Návrh řešení vychází z podmínek stanovených dvojicí hodnotitelů a souboru variant z produktového katalogu společnosti, tak aby osvětlení splnilo požadavky umístění do divadla.

Teoretická východiska byla volena adekvátně k řešené problematice rozhodování. Popsány zde jsou prvky, techniky a klasifikace rozhodování. Důraz byl věnován poznatkům metod výběru kompromisní varianty a stanovení vah kritérií, které jsou následně použity v praktické části této práce. Praktická část je nejprve zaměřena na popis podniku, ve kterém k aplikaci rozhodovacích metod došlo. Charakterizovány jsou také produkty LED osvětlení značky TESLA. Dále je již uveden rozhodovací problém a stávající proces rozhodování ve společnosti ISCCZ. Zástupci společnosti vybrali kritéria dle jejich profesní specializace a pomocí tří různých metod stanovili vektory vah. Porovnáním postupů a výsledků vybrala dvojice rozhodovatelů váhy stanovené metodou Fullerova trojúhelníku, který dokázal odůvodnit a nejpřesněji ohodnotit váhy stanovených kritérií. Ke kritériím byl nalezen soubor nedominovaných variant produktů z aktuální nabídky společnosti splňující aspirační úroveň maximální ceny za jeden kus svítidla, která omezila velikost souboru přípustných variant. Podklady modelu tvoří dva vektory vah, šest kvantitativních kritérií a osm variant. Kompletní model byl postoupen rozhodovací metodě WSA, která určila pořadí pro prvního i druhého hodnotícího. Pro oba zástupce společnosti byl problém také řešen metodou TOPSIS. Čtveřice výpočtem zjištěných pořadí stanovila celkové výsledné pořadí a jednoznačně zvolila variantu V7.

Varianta V7 LED žárovka TESLA AR111427-1 se nejlépe umístila, zásluhou vhodné teploty světla a vyzařovacího úhlu. Takovéto parametry nejlepší varianty byly rozhodující pro dvojici zaměstnanců z navrhující společnosti. Výsledná varianta je ohodnocena jako investice metodou doby návratnosti. Zjištěna je doba, za kterou budou náklady vynaložené na osvětlení rovny úspoře nákladů vydaných na elektrickou energii. Další poznatek o investici je, že obě strany zakázky mohou přesněji plánovat budoucí modernizace osvětlovací techniky a počítat s úsporami nákladů po zavedení technologie LED.

Alternativní řešení V5 reprezentované produktem TESLA DL140930-1 je vhodné pro instalaci do uvedeného prostředí. Pouze u jednoho z kritérií (příkon) má nejlepší hodnotu. Celkově druhé umístění je blízké nejlepšímu, zvolení této varianty ale snižuje úroveň rozhodnutí. Třetí varianta V1 také splňuje zadané požadavky, parametry jsou ale horší nežli u první dvojice. Výběr produktu s označením TESLA BL270627-5 i přes dobré umístění, má nejhorší parametr jednoho z kritérií a zvolení by proto mělo být řádně zdůvodněno.

Soubor podkladů pro rozhodování byl předán Ing. Zdeňku Kopalovi z ISCCZ, který po prostudování došel k závěru, že vybraný produkt je vhodný pro instalaci do Hudebního divadla Karlín. Stvrzením smlouvy byl dán odběratelem pokyn k zahájení realizace zakázky.

Cena zakázky bývá zpravidla rozhodujícím faktorem. V případě této zakázky je specifikací pouze finanční limit vyčleněný na modernizaci osvětlení prostor historického divadla. Důležitost kritérií jako je světelný tok, nebo teplota světla je v řešené zakázce zásadní. Volba nejlevnějšího produktu není v porovnání s nejlépe hodnocenou variantou vůbec vhodná a nepřinesla by mnoho užitku. Výsledná varianta představuje variantu nejlépe vyhovujícím kritériím, a to současně pro oba hodnotitele. Rozhodování lidé řeší běžně na základě intuice. Subjektivita každého rozhodujícího subjektu je prokazatelná a metody rozhodování tudíž slouží jen jako nástroj k nalezení nejlepšího řešení v dané situaci. Aplikace rozhodovacích metod je rozšířena o oblast uplatnění s konkrétními produkty, které používají moderní úspornou technologii LED.

7 Seznam použitých literárních zdrojů

- BLAŽEK, Ladislav, 2011. Management: organizování, rozhodování, ovlivňování. 1. vyd. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3275-6.
- BROŽOVÁ, Helena, 2005. *Rozhodovací modely*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 53 s. ISBN 80-213-1390-0.
- BROŽOVÁ, Helena, Milan HOUŠKA a Tomáš ŠUBRT, 2003. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Vyd. 1. Praha: Credit, 172 s. ISBN 978-80-213-1019-3.
- DOSTÁL, Petr, Karel RAIS a Zdeněk SOJKA, 2005. *Pokročilé metody manažerského rozhodování: konkrétní příklady využití metod v praxi*. 1. vyd. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 80-247-1338-1.
- FIALA, Petr, 2008. *Modely a metody rozhodování*. 2., přeprac. vyd. V Praze: Oeconomica, 292 s. ISBN 978-80-245-1345-4.
- FOLWARCZNÁ, Ivana, 2010. *Rozvoj a vzdělávání manažerů*. 1. vyd. Praha: Grada. Management (Grada). ISBN 9788024730677.
- FOTR, Jiří, 2006. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. Vyd. 1. Praha: Ekopress, 409 s. ISBN 80-869-2915-9.
- GAVALEC, Martin, 2011. *Autonomous decision systems handbook*. 1st ed. Praha: BEN - technická literatura. ISBN 9788073004156.
- GRASSEOVÁ, Monika, Miroslav MAŠLEJ a Bohumil BRECHTA, 2010. *Manažerské rozhodování*. 1. vyd. Brno: Univerzita obrany. ISBN 978-80-7231-826-1.
- GROS, Ivan, 2003. *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*. 1. vyd. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 80-247-0421-8.
- KAMP, Di, 2000. *Manažer 21. století*. 1. vyd. Praha: Grada. Manažer. ISBN 80-247-0005-0.

- LANDA, Martin, 2008. *Jak číst finanční výkazy: [analýza účetních výkazů, hodnocení finanční výkonnosti, měření efektivnosti investic : případové studie, příklady, koncepce podnikového účetního systému]*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-1994-5.
- MÁČE, Miroslav., 2006. *Finanční analýza investičních projektů: praktické příklady a použití*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 9788024715575.
- MAŇAS, Miroslav, 1994. *Vícekritériální rozhodování: Určeno pro stud. všech fak.* 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická, 316 s. ISBN 80-707-9748-7.
- MOHELSKÁ, Hana a Zbyněk PITRA, 2012. *Manažerské metody*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-7431-092-8.
- NÖLLKE, Matthias, 2003. *Rozhodování: jak činit správná a rychlá rozhodnutí*. Praha: Grada. Poradce pro praxi. ISBN 80-247-0411-0.
- SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS, 2006. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 80-247-1667-4.
- SYNEK, Miloslav, Heřman KOPKÁNĚ a Markéta KUBÁLKOVÁ, 2009. *Manažerské výpočty a ekonomická analýza*. Vyd. 1. V Praze: C.H. Beck. Beckova edice ekonomie. ISBN 9788074001543.
- VEBER, Jaromír, 2009. *Management: základy, moderní manažerské přístupy, výkonnost a prosperita*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Management Press. ISBN 978-80-726-1274-1.
- WEIHRICH, Heinz a Harold KOONTZ, 1993. *Management*. Praha: Victoria Publishing. ISBN 80-85605-45-7.
- ZÍSKAL, Jan, 2001. *Ekonomicko matematické metody: studijní texty pro distanční studium : určeno pro posluchače PEF*. Vyd. 2. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 978-80-213-0761-2.

8 Přílohy

Příloha č. 1



Zdroj: <http://www.isccz.eu/tesla-led-zarovka-bulb-e27-6w-230v-470lm-25-000h-2700k-tepla-bila-270-33992.html>

Příloha č. 2



Zdroj: <http://www.isccz.eu/tesla-led-zarovka-bulb-e27-6w-230v-470lm-25-000h-2700k-tepla-bila-270-33992>

Příloha č. 3



Zdroj:

<http://www.isccz.eu/tesla-led-podhledove-svitidlo-15w-230v-1200lm-40-000h-4000k-ra-70-140-bila-barva-31904.html>

Příloha č. 4



Zdroj: <http://www.isccz.eu/tesla-led-zarovka-g53-14w-12v-ac-dc-700lm-25-2700k-tepla-bila-cri-80-32545.html>