

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV ŘÍZENÍ A EKONOMIKY PODNIKU**



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Aplikace vícekriteriálního rozhodování ve společnosti VCES, a.s.
Application of multiple-criteria decision analysis in VCES, a.s.**

AUTOR: Kosov Andrei

STUDIJNÍ PROGRAM: Výroba a ekonomika ve strojírenství

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Ladislav Vaniš

PRAHA 2019

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kosov** Jméno: **Andrei** Osobní číslo: **469553**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojni**
Zadávací katedra/ústav: **Ústav řízení a ekonomiky podniku**
Studijní program: **Výroba a ekonomika ve strojírenství**
Studijní obor: **Technologie, materiály a ekonomika strojírenství**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Aplikace vícekritériálního rozhodování ve společnosti VCES, a.s.

Název bakalářské práce anglicky:

Application of multiple-criteria decision analysis in the VCES, a.s.

Pokyny pro vypracování:

1. Úvod – zdůvodnění zadání.
2. Teoretická část – popis metod vícekritériálního rozhodování.
3. Analytická část – vytvoření podkladů pro rozhodování.
4. Návrhová část – volba a popis nejvhodnější varianty.
5. Závěr – celkové zhodnocení.

Seznam doporučené literatury:

- [1] GROS, Ivan. Kvantitativní metody v manažerském rozhodování. Praha: Grada, 2003. Expert (Grada). ISBN 80-247-0421-8
- [2] ZÁČEK, Vladimír. Rozhodování v managementu: teorie, příklady, řešení. Praha: ČVUT v Praze, 2015. ISBN 978-80-01-05804-6.
- [3] TALAŠOVÁ, Jana. Fuzzy metody vícekritériálního hodnocení a rozhodování. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003. ISBN 80-244-0614-4.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:


Ing. Ladislav Vaniš, ústav řízení a ekonomiky podniku FS

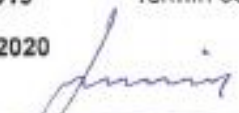
Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:


Datum zadání bakalářské práce: **17.04.2019**

Termín odevzdání bakalářské práce: **26.07.2019**

Platnost zadání bakalářské práce: **28.02.2020**


Ing. Ladislav Vaniš
podpis vedoucí(ho) práce


prof. Ing. František Freiberg, CSc.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry



prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

30.04.2019

Datum převzetí zadání


Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a to výhradně s použitím pramenů a literatury, uvedených v seznamu citovaných zdrojů.

V Praze dne: 25.07.2019

.....

Podpis

Anotace

Předmětem bakalářské práce je řešení úkolu ve společnosti VCES, a.s. pomocí metody vícekriteriálního rozhodování. První část je teoretická a popisuje vícekriteriální rozhodování. Druhá část je analytická, v ní se provádí analýza zadání a jeho řešení. Poslední část je návrhová, shrnuje výsledek.

Klíčová slova

Vícekriteriální rozhodování, expert, kritéria, váha důležitosti, varianty, hodnocení

Annotation

The subject of the thesis is a solution for the problem in VCES, a.s. by multi-criteria decision making. First part is theoretical and describes the multi-criteria method. Second part is analytical. It consists of analysis of the problem and it's solution. Last part is design and sums up the results.

Keywords

multikriteria decision making, expert, criteria, weight of importance, alternatives, evaluation

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu práce Ing. Bc. Ladislavu Vanišovi za konzultace, cenné rady, trpělivost a odborné vedení při zpracování bakalářské práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat společnosti VCES a.s. za spolupráci a poskytnuté podklady.

Obsah

1. Úvod	9
2. Teoretická část	10
2.1. Rozhodování	10
2.2. Rozhodovací proces	10
2.2.1. Základní rysy rozhodovacího procesu	10
2.2.2. Podmínky rozhodování	11
2.3. Dělení rozhodovacích problémů	13
2.3.1. Dobře strukturované rozhodovací problémy	13
2.3.2. Špatně strukturované rozhodovací problémy	13
2.4. Vícekriteriální rozhodování	15
2.5. Strategie volby variant	15
2.5.1. Strategie známosti	15
2.5.2. Minimalistická strategie	16
2.5.3. Strategie založená na důvěře v minulá rozhodnutí	16
2.5.4. Lexikografická strategie	16
2.5.5. Semi-lexikografická strategie	16
2.5.6. Strategie vyřazování	16
2.5.7. Strategie satisfakce	16
2.6. Metody stanovení váhy důležitosti hodnotících kritérií	17
2.6.1. Kritéria rozhodování	17
2.6.2. Metoda pořadí [3]	18
2.6.3. Metoda bodovací [3]	18
2.6.4. Metoda párového srovnání [5]	19
2.7. Koeficient shody expertů [6]	20
2.8. Metody ohodnocení variant podle vah jednotlivých kritérií neboli metody agregace hodnotících kritérií.	21
2.8.1. Metoda pořadové funkce [1]	21
2.8.2. Metoda bodovací [1]	22
2.8.3. Bazická metoda [1]	22
3. Analytická část	25
3.1. Popis společnosti	25
3.2. Popis variant	25
3.2.1. ESAB Caddy Mig C200i [7]	26
3.2.2. SVAROG PRO MIG 200 SYNERGY (N229) [8]	26
3.2.3. KIT 305 PROCESSOR [9]	27
3.2.4. Kemppi MinarcMig Evo 200 [10]	28

3.3.	Rozhodovací kritéria	28
3.3.1.	Cena	28
3.3.2.	Napětí naprázdno	29
3.3.3.	Zatěžovatel ED	29
3.3.4.	Rozsah svařovacího proudu [11]	29
3.4.	Stanovení váhy kritérií dle expertů	30
3.4.1.	Bodovací metoda	31
3.4.2.	Metoda párového srovnávání	33
3.5.	Agregace kritérií	38
3.5.1.	Agregace bodovací metodou	38
3.5.2.	Agregace bazickou metodou	40
4.	Návrhová část	43
4.1.	Popis vybrané varianty	43
5.	Závěr	44
6.	Zdroje	45
6.1.	Monografické publikace	45
6.2.	Internetové zdroje	45
6.3.	Seznam obrázků	45
6.4.	Seznam tabulek	45

1. Úvod

Předkládaná bakalářská práce je rozdělena do několika částí. První bude část teoretická. Zde budou teoreticky charakterizovány metody vícekriteriálního rozhodování. Následně v analytické části bude nejprve představena společnost, pro kterou vykonávám danou práci, poté bude popsán problém, který bude posléze řešen pomocí zvolených metod vícekriteriálního rozhodování. Výsledkem bude zjištění a obhájení nejlepší varianty svařovacího invertoru.

Cílem této bakalářské práce je návrh řešení problémů rozhodování v jisté společnosti. Názornou ukázkou na konkrétním problému bude předvedeno, že aplikace vybrané metody vícekriteriálního rozhodování není příliš složitá, a že na základě jejího výsledku je možné získat kvalitní podklady pro budoucí rozhodování.

Výběr tématu bakalářské práce vyplynul z mé osobní pracovní zkušenosti, kdy se téměř žádné rozhodnutí neodvíjelo od výsledku hodnocení možných variant a kritérií, ale byla činěna spíše intuitivně na základě ceny, přičemž ostatním kritériím nebyla věnována přílišná pozornost. Někteří zaměstnanci jsou odborníky na určitou problematiku, avšak chybí jim potřebné znalosti z jiných oblastí, např. manažerského rozhodování. Velké množství těchto pracovníků pak přijímá rozhodnutí buď intuitivně, nebo na základě předchozích pracovních zkušeností. V dnešní době však tento model rozhodování není příliš efektivní. Pro zlepšení výkonnosti společnosti je nutné navrhnout nový systém řízení a rozhodování. Vzhledem ke skutečnosti, že rozhodování je jednou ze základních manažerských funkcí, která se prolíná všemi úrovněmi řízení, je nutné jej co nejvíce zefektivnit.

Změna přístupu k manažerskému rozhodování s sebou přináší také změnu nároků na technické pracovníky. Tyto nároky budou mít dopad na změnu vzdělávacího systému, která se projeví mimo jiné zařazením ekonomických předmětů do vzdělávacích programů technicky zaměřených vysokých škol. Bylo by jistě přínosné, kdyby se tato skutečnost následně v budoucnu projevila i ve způsobu rozhodování a stylu řízení vrcholových pracovníků pracujících nejen ve stavebním průmyslu.

2. Teoretická část

2.1. Rozhodování

Rozhodování je paralelní manažerskou funkcí, při níž manažer nebo kolektiv vybírá nejlepší akci ze všech možných. Jedná se o takové rozhodnutí (volbu), která nejlépe naplní dané možnosti. Jako příklad můžeme uvést nákup stroje, kdy se společnost na základě svých preferencí (cena, výkon, doba životnosti stroje) rozhoduje mezi omezeným počtem variant na trhu. [1]

Příkladem, kdy je zásah manažera nezbytně nutný, je ve většině případů výskyt problému spojeného s rozhodovacím aktem. Takový problém může vzniknout v okamžiku, kdy se určitý jev, děj, proces nebo jakákoliv událost mění jinak, než jak bylo očekáváno. Ve většině těchto případů je tedy problém způsoben odchylkou od předpokládaného stavu, jak již bylo interpretováno. [1]

2.2. Rozhodovací proces

Nutnost řešení problémů, které se vyskytly při realizaci projektů nebo jiných aktivit, vždy vychází ze skutečnosti, že aktuální stav daných situací se liší od očekávaného vývoje, a na takovýto podnět je třeba reagovat. Za tohoto stavu se musí manažer společnosti rozhodnout, zda bude provedena nějaká změna. V případě, že si na tuto otázku manažer odpoví kladně, velmi důležité pak je rozhodnout, o jakou změnu se bude jednat. Přičemž na kvalitě těchto rozhodnutí závisí další vývoj situace řešené v podniku.

Za to, aby manažer měl možnost rozhodovat v určité krizové situaci, nejsou zodpovědné jen genetické predispozice, ale dotyčný musí mít dostatečný přehled v dané problematice a v neposlední řadě musí disponovat zkušenostmi ze všech oblastí, které mohou být s řešenou problematikou spojené. Veškerá rozhodnutí, která manažer uskuteční, jsou výsledkem řešení vzniklého problému. Mezi základní atributy potřebné k realizaci rozhodovacího procesu patří předvídavost, učení se, cílevědomost či adaptabilita. [1]

2.2.1. Základní rysy rozhodovacího procesu

Informace je nejdůležitějším podkladem pro rozhodování, který způsobuje snížení neurčitosti celého modelu rozhodovací situace na výrazně menší míru. Vstupní informace. Vstupní informace je jednou z nejpodstatnějších skupin

informací, kterou používají manažeři na všech úrovních. Vstupní informace má za cíl popsat situaci a ukázat nejlepší cestu k vyřešení problému nebo situace. Nabízí informace týkající se předběžných dějů, rozhodnutí a možných chyb řízení podniku. Vstupní informace poskytuje prostředky pro pochopení, v jakém stavu se nachází podnik. Na základě výše uvedeného můžeme říci, že informace slouží nejenom k řešení určité aktuální situace, ale může posloužit jako varování před možnými chybami, které už se v činnosti podniku někdy v minulosti vyskytly. [1]

Dalším základním rysem rozhodování je vývojová fáze. Rozhodování tvoří tři vývojové fáze. Informace o vnímání vzniku problému je první fází. Tato vývojová fáze popisuje charakter rozhodovací situace a umožňuje rozpoznat a pochopit problém. Druhá fáze je fáze poznávací. Tato umožňuje také identifikaci vztahů mezi prvky rozhodovacího modelu, avšak její hlavní funkcí je nalezení možných variant řešení dané situace. Fáze vyhodnocení je třetí. Tato poslední fáze umožňuje výběr nejlepší varianty. [1]

Dalším prvkem rozhodování jsou vnější faktory. Řada vnějších faktorů totiž může zásadně ovlivňovat rozhodovací proces. Tyto faktory představují situační omezení rozhodování, a měly by tak být také zvažovány při popisu rozhodovací situace, například při nastavování vhodných kritérií nebo formou omezení. Ve skutečnosti takovými faktory mohou být: časové limity, které často neumožňují mezi zvažované varianty zahrnout variantu, která vyžaduje výrazně vyšší náklady nebo je příliš časově náročná. Při přijímání nejlepšího řešení určitého problému může vzniknout určitá zásadní překážka, kterou je sociální klima. Další faktory, které mohou mít také velmi významný vliv na rozhodování, je struktura organizačního uspořádání společnosti a stres. [1]

Zpětnovazební působnost pak spočívá ve zhodnocení dopadů a výsledků pomocí rozhodnutí a je jedním z nejvýznamnějších zdrojů zkušeností a poučení. Zdroje dat, které budou získány při vyhodnocení dopadu určitého rozhodnutí, by měly být použity pro budoucí rozhodnutí a stát tak za možnou úsporou finančních i časových prostředků při opětovném výskytu takového či jemu podobného problému.

2.2.2. Podmínky rozhodování

Každé rozhodování by mělo být provedeno nejen pomocí rozumu a citu manažera, ale také aplikováním znalostí nabytých během odborného vzdělávání

v této oblasti a zkušeností získaných z praxe. Finální rozhodnutí pak může být odkládáno z mnoha důvodů, např. malého množství informací, respektive nedostatečné podrobnosti používaných podkladů. Zároveň i odklad rozhodnutí může být rozhodnutím, které může mít negativní vliv na budoucí rozhodnutí. Každé rozhodnutí, ale i nerozhodnutí, bude mít v budoucnu určitý dopad, který dá vzniknout novému rozhodovacímu problému. A proto občas dochází při odkládání rozhodnutí ke vzniku poměrně komplikovaných rozhodovacích situací. Ke vzniku těchto složitých operací by přitom ve většině případů nemuselo dojít, kdyby byl prvotní problém vyřešen rozhodnutím, které sice nemusí být optimální, ale je provedeno včas. [2]

Existuje sedm podmínek pro uskutečnění správného rozhodnutí:

- 1) Každá situace i každý rozhodovací problém má svá omezení.
- 2) Je potřeba snažit se nejen o nadhled nad vlastním rozhodováním, ale také o sebekritické posouzení.
- 3) Postupovat systematicky, používat zavedenou metodologii a postup. Vynechání některé z fází rozhodování může v důsledku zapříčinit nesprávné rozhodnutí.
- 4) Ověření správnosti a kompletnosti informací. Chybějící nebo nesprávné informace mohou být příčinou špatného rozhodnutí.
- 5) Uvažování s více alternativami řešení rozhodovacích situací.
- 6) Využívání informačních a komunikačních systémů a technologií (ICT).
- 7) Rozhodovací situaci posuzovat na bázi modelu. Pokud není možné použít modely, resp. soustavy modelů, použije se alespoň slovní popis.

Výše uvedené zásady platí také pro manažerské rozhodování. Manažer je může uplatňovat v konkrétních situacích, které však neovlivňují postupy rozhodování, ale především obsah jeho rozhodování. Tvorba modelu rozhodovacích situací v současné době je ovlivněna změnami v pojetí společenského působení společnosti v kontextu globálního ekonomického prostředí. Totéž platí i pro omezující podmínky rozhodování. [1]

2.3. Dělení rozhodovacích problémů

2.3.1. Dobře strukturované rozhodovací problémy

Dobře strukturované rozhodovací problémy jsou označovány jako algoritmizované, programované nebo jednoduché. Pojem algoritmus vnímáme jakožto existenci nějaké procedury, díky které se vstupní informace určitého rozhodovacího procesu přeměňují na informace výstupní. V běžné praxi existují případy, při kterých lze tento algoritmus převést do podoby počítačového programu. Dobře strukturované problémy bývají řešeny opakovaně zejména na operativní úrovni managementu a pro takové problémy existují zpravidla tzv. rutinní postupy řešení. Ve většině takových případů lze kvantifikovat a popsat proměnu, která je pro ně charakteristickou a vyskytuje se právě v těchto situacích. Ve většině případů se u takových problémů vyskytuje pouze jedno kvantitativní kritérium hodnocení. Jako příklad můžeme uvést případ vytížení výrobní linky. Pro dobře strukturované problémy je typické následující:

- Jsou stanoveny dosažitelné a jasné cíle, které mohou být interpretovány jako cílová funkce.
- Dobře strukturované rozhodovací problémy mohou být vyjádřeny pomocí numerických proměnných veličin, vektorů nebo skalárů.
- Existují postupy výpočtu, které umožňují, aby řešení bylo možné popsat pomocí numerických vztahů a prostředků.

2.3.2. Špatně strukturované rozhodovací problémy

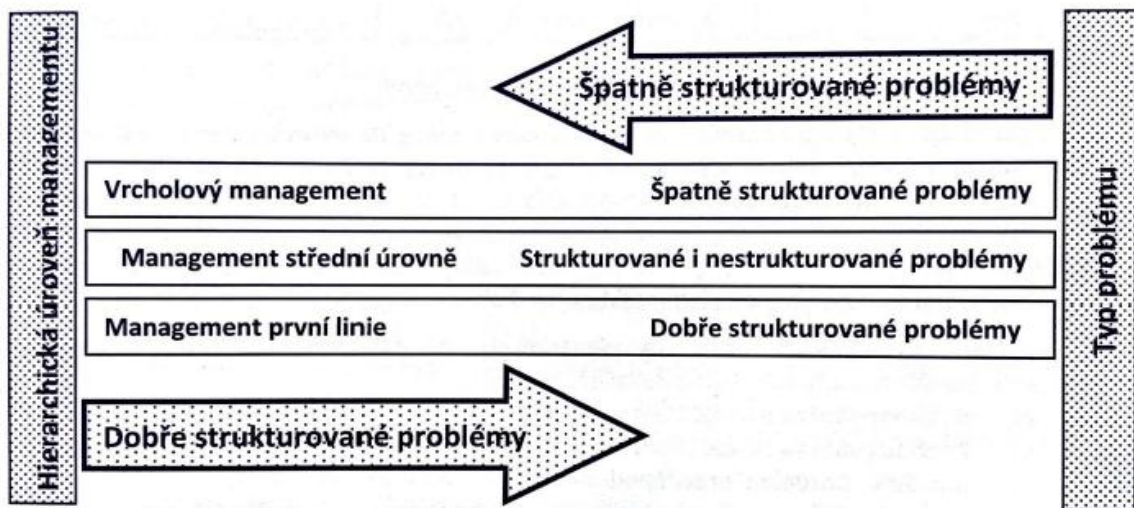
Tyto problémy jsou řešeny na vrcholových úrovních podnikového managementu. Svým charakterem jsou do určité míry nové a neopakovatelné. Řešení těchto problémů vyžaduje zejména osobitý a tvůrčí přístup, využití zkušeností z minulých situací a předchozích rozhodnutí, rozsáhlé znalosti i intuici. Je důležité zmínit, že pro řešení výše uvedených problémů neexistují standardní procedury a algoritmy. Dobrým příkladem takového typu problémů je rozhodování o zahájení výroby nového zařízení, rozhodování o organizační struktuře či rozhodování o technologických inovacích. Pro tyto problémy je typické:

- Existence většího počtu faktorů, které ovlivňují řešení daného problému, a to jak uvnitř podniku, kde je problém řešen, tak i v jeho okolí. Některé z těchto faktorů nejsou přesně definovány a známy,

pouze malá část je kvantifikovatelná a existují mezi nimi složité proměnlivé vazby.

- Náhodnost a neurčitost změn některých faktorů v okolí podniku. Například změny technického, technologického, ekonomického a sociálního okolí.
- Existence většího počtu kritérií pro hodnocení variant, z nichž některá mohou být kvalitativní povahy.
- Složitost a často i nemožnost realizovat preferenční uspořádání variant.
- Obtížná interpretace informací potřebných pro správné rozhodnutí o proměnných popisujících okolí.

Zastoupení dobře a špatně strukturovaných rozhodovacích problémů podle jednotlivých úrovní podnikového managementu znázorňuje Obr. 01.



Obr. 01 – Typy rozhodovacích problémů podle hierarchické úrovně managementu [1]

Z tohoto základního hlediska je možné odvodit následující tabulku, ve které je znázorněno rozdělení jednotlivých typů a metod rozhodování.

Typ rozhodování	Metody rozhodování	
	Tradiční	Moderní
Dobře strukturované Rutinní, opakovaná a programová rozhodování s algoritmizovatelnými postupy	<ol style="list-style-type: none"> 1. Administrativní rutina a standardní postupy. 2. Organizační struktura je konzistentní se systémem dílčích cílů a bude podporovat správné fungování informačních vazeb. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Operační analýza. 2. Simulační modely. Zpracování dat v rámci ICT.
Špatně strukturované Jednorázová, nová a neprogramová rozhodování s nealgoritmizovatelnými postupy	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posouzení intuicí s tvůrčím přístupem. 2. Kreativní řešení odhadem, na základě zkušeností a intuicí. 3. Příprava výběrem, výchovou a vzděláním manažerů. 	Heuristické metody řešení problému, které budou aplikovány na: <ul style="list-style-type: none"> • Výcvik a vzdělání manažerů. • Konstrukci heuristických počítačových programů.

Tab. č. 1 – Typy a metody rozhodování u dobře a špatně strukturovaného rozhodování [1]

2.4. Vícekriteriální rozhodování

Obvyklé rozhodovací problémy berou v úvahu pouze jedno hodnotící kritérium. Takto je popsáno mnoho metod a modelů, které slouží k nalezení nejlepšího řešení, tedy zvolení nejvhodnější varianty. U úloh vícekriteriálního rozhodování je možné zohlednit více kritérií, čímž se více blíží situacím v běžném životě, kdy je nutné brát v úvahu několik možností. Kritéria v těchto případech zároveň nebývají ve vzájemném souladu. Určitá varianta tak podle jednoho kritéria není hodnocena dobře, přičemž podle jiného kritéria může být tou nejlepší. Jedná se o podobný rozpor jako ten, který panuje mezi minimalizací nákladů a maximalizací zisku. [3]

2.5. Strategie volby variant

2.5.1. Strategie známosti

Této strategii se využívá při výběru jedné ze dvou variant. Pokud jednu z možností příslušný člověk mající na starost rozhodnutí již z minulosti zná, upřednostní ji. Pro tuto strategii však musí být zajištěn předpoklad, že známost je zárukou kvality.

2.5.2. Minimalistická strategie

Vychází z výše zmíněné strategie známosti. V tomto případě však není ani jedna z možností rozhodujícímu se člověku známá. Osoba, která má na starosti učinění rozhodnutí náhodně zvolí jedno kritérium, podle něhož posuzuje, která varianta je pro něj výhodnější v daném případě.

2.5.3. Strategie založená na důvěře v minulá rozhodnutí

Rozhodující osoba volí kritérium, které mu již v minulosti usnadnilo rozhodování a dále postupuje jako u přechozí, výše popsané strategie.

2.5.4. Lexikografická strategie

V předchozích strategiích byla kritéria volena buď na základě známosti, nebo náhodně, avšak zkušený člověk je ve většině případů schopen zvolit nejpodstatnější kritérium. Pokud po zvolení tohoto kritéria existuje několik stejně hodnotných variant řešení, volí rozhodující se druhé nejdůležitější kritérium a dále pak postupuje stejným způsobem.

2.5.5. Semi-lexikografická strategie

Princip je opět totožný s výše uvedenou lexikografickou strategií, avšak značný rozdíl tkví v tom, že vyhodnotí-li rozhodující se osoba dopady variant vybraných podle jednoho kritéria jako téměř stejné, bude je považovat za ekvivalentní a zvolí další kritérium.

2.5.6. Strategie vyřazování

Soubor variant hodnotíme postupně podle jednotlivých kritérií od nejdůležitějšího po méně důležité, přičemž v každém z těchto kroků vyřadíme jednu variantu, která nejméně vyhovuje danému kritériu. Tento způsob je velice jednoduchý a přehledný, avšak může dojít k vyloučení varianty, která je na základě jednoho kritéria hodnocena jako nejhorší, přitom z ostatních hledisek je výrazně lepší než ostatní varianty.

2.5.7. Strategie satisfakce

Tato strategie popisuje stav, kdy rozhodovatel hodnotí a hledá nové varianty postupně. Tuto strategii využíváme v případě, že má rozhodující se osoba na přijetí varianty omezený čas, a pokud jej nepřijme v daném údobí, v budoucnu již nemusí

být dostupná. Rozhodovatel volí první variantu, která splňuje všechna vybraná kritéria.

Pokud takovou variantu v určitém časovém úseku nenajde, musí snížit úroveň některých kritérií. Typickým příkladem této strategie je kupříkladu volba zaměstnání.

2.6. Metody stanovení váhy důležitosti hodnotících kritérií

2.6.1. Kritéria rozhodování

Volba kritéria by měla vycházet především z cílů rozhodování. Slouží k posouzení vhodnosti jednotlivých variant a patří tedy mezi základní prvky rozhodovacího procesu. Kritéria by měla být volena tak, aby byla nezávislá. Soubor kritérií by měl zahrnovat všechna hlediska výběru, kterých by ale nemělo být příliš mnoho, aby nenastala situace, kdy se problém stane z tohoto důvodu neřešitelným. Kritéria mohou mít různou povahu, lze je vyjadřovat kvalitativně a kvantitativně, maximalizační a minimalizačně. [4]

Kvantitativní povahu kritérií lze charakterizovat reálnou funkcí. Rozlišují se intervalové – s libovolnou nulou a libovolnou měrnou jednotkou (např. stupně Fahrenheita), a poměrové – s přirozenou libovolnou a nulou měrnou jednotkou (např. šířka, výška). Tyto druhy měření se pak mohou dále zpracovávat pomocí matematických operací. Příkladem může být výše měsíčního platu, nabídková cena aj.

Kvalitativní kritéria vychází ze srovnání, na jehož základě se stanoví pořadí. Dle pořadí je přiřazen číselný znak, přičemž čím větší je užitek, tím vyšší je číslo. Hodnota však neukazuje, kolikrát je užitek větší. Používá se tehdy, pokud hodnoty nelze přesně měřit, používá se tedy mimo jiné při měření postojů nebo preferencí. Příkladem může být hodnocení designu jednotlivých výrobků.

Maximalizačním (výnosovým) se rozumí takové kritérium, pro které má nejvhodnější nabídka maximální hodnotu kritéria. Příkladem může být výkon zařízení či doba životnosti výrobku.

Minimalizačním (nákladovým) kritériem se naopak rozumí kritérium, pro které má nejvhodnější nabídka minimální hodnotu kritéria. Například nabídková cena, spotřeba paliva a další.

2.6.2. Metoda pořadí [3]

Metoda pořadí je založena na tom, že každý vybraný expert přiřadí jednotlivým kritériím pořadí podle důležitosti. Jestliže je celkový počet kritérií „s“, přiřadí každý expert číslo „s“ kritériu, které považuje za nejdůležitější. Dále přiřazuje číslo (s-1) druhému nejdůležitějšímu kritériu, číslo (s-2) třetímu atd. Je-li v_{er} číslo přiřazené e-tým expertem r-tému kritériu, je všemi experty přiřazen r-tému kritériu součet:

(1)

$$v_r = \sum_{e=1}^q v_{er}$$

, kde

q = počet expertů,

pro $e = 1, 2, \dots, q$.

Váha důležitosti r-tého kritéria je dána následujícím vztahem:

(2)

$$p_r = \frac{v_r}{\sum_{r=1}^s v_r}$$

, kde

s = počet kritérií,

pro $r = 1, 2, \dots, s$

Je důležité zmínit, že metoda pořadí není vhodná pro velký počet kritérií, poněvadž určit pořadí dle důležitosti například pro více než patnáct kritérií by bylo velmi složité a náročné.

2.6.3. Metoda bodovací [3]

Metoda bodovací spočívá v tom, že experti na základě vhodně zvolené bodovací stupnice ohodnotí jednotlivá kritéria. Bodovací stupnice je dána v určitém rozmezí, například od 1 do 10. Vyšší hodnota bodovací stupnice se přiřazuje kritériu, které je podle názoru experta důležitější. Stejnou hodnotu může expert přiřadit i více kritériím zároveň.

Dílčí váha důležitosti r-tého kritéria podle e-tého experta je dána vztahem:

(3)

$$p_{er} = \frac{z_{er}}{\sum_{r=1}^s z_{er}}$$

, kde

S = počet kritérií,

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

z_{er} = hodnota podle bodovací stupnice přiřazená e-tým expertem r-tému kritériu.

Výslednou váhu důležitosti r-tého kritéria podle všech vybraných expertů určíme pomocí vztahu:

(4)

$$p_r = \frac{\sum_{e=1}^q p_{er}}{q}$$

, kde

q = počet expertů,

pro $r = 1, 2, \dots, s$.

Metoda bodovací je vhodná i pro větší počet kritérií než metoda pořadí.

2.6.4. Metoda párového srovnání [5]

Metoda párového srovnávání vychází při neexistenci stejně hodnocených kritérií z incidenční matice ostré preferenční relace P definované na množině kritérií K. Pro prvky $p_{j,k}$ této matice platí, že jsou rovny 1, jestliže je j-té kritérium významnější než k-té, nebo že jsou rovny nule, jestliže je tomu právě naopak. Nenormovaná váha w_j j-tého kritéria je vypočtena ze vzorce:

(5)

$$w_j = \sum_{k=1}^m p_{j,k} + 1,$$

kde vycházíme z počtu kritérií, před kterými je dané kritérium preferováno. Číslo 1 ve vzorci představuje fiktivní bezvýznamné kritérium a je zde proto, aby nejméně významné kritérium nedostalo nulovou váhu.

V případě, že jsou některá kritéria hodnocena stejně, přibude v matici P ještě jedna možná hodnota prvku $p_{j,k}$. Tedy jestliže je j-té kritérium stejně významné jako k-té, bude hodnota prvku $p_{j,k}$ rovna 0,5. V tomto případě se pak nenormovaná váha w_j j-tého kritéria vypočte podle vzorce:

(6)

$$w_j = \sum_{k=1}^m p_{j,k},$$

2.7. Koeficient shody expertů [6]

Slouží ke zhodnocení shody jednotlivých „expertů“ a nabývá hodnot 0 až 1. Koeficient shody expertů by měl nabývat v ideálním případě hodnot $W \geq 0,5$. Pokud je hodnota rovna 1, znamená to, že všichni experti se shodli a zcela totožně seřadili všechny možnosti ve stejném pořadí. Pokud se však W rovná nule, znamená to, že mezi experty a jejich rozhodnutími nejsou viditelné žádné trendy nebo podobnosti. Jejich odpovědi tak mohou být považovány za zcela náhodné. Výše hodnoty tedy de facto naznačuje větší či menší shodu mezi experty.

(7)

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

, kde

α_{kj} - číslo pořadí přiřazené k-tým expertem j-tému kritériu,

m – počet kritérií,

p – počet expertů.

2.8. **Metody ohodnocení variant podle vah jednotlivých kritérií neboli metody agregace hodnotících kritérií.**

Cílem následujících metod je stanovení pořadí variant na základě určení vah jednotlivých kritérií. Nejčastěji jsou používány tyto metody agregace:

2.8.1. **Metoda pořadové funkce [1]**

Metoda pořadové funkce se využívá pro agregaci kvalitativních kritérií. Dále je tato metoda vhodná i v případě, kdy nelze všechny varianty z hlediska některého kritéria vyhodnotit. Jde o určení pořadí variant podle jednotlivých kritérií. Za tím účelem se pro každé r -té kritérium stanoví pořadová funkce. Nejnižší hodnota $g_r(x_t) = 1$ (kde x_t je t -tá varianta pro $t = 1, 2, \dots, v$) je přiřazena nejnižše hodnocené variantě, další v pořadí lepší varianta má hodnotu pořadové funkce 2, až je přiřazena nejvyšší hodnota $g_r(x_t) \leq v$ nejvýše hodnocené variantě. Nejvyšší hodnota $g_r(x_t)$ je menší než počet variant tehdy, jsou-li některé varianty podle r -tého kritéria stejně hodnocené a mají tedy stejné pořadí. Tato metoda je vhodná v případě, kdy nelze všechny varianty z hlediska některého kritéria vyhodnotit. Výsledné agregované kritérium t -té varianty je poté dáno vztahem:

(8)

$$w_t = \sum_{r=1}^s p_r * g_r(x_t)$$

, kde

p_r = váhy důležitosti r -tého kritéria získané podle některé z metod stanovení váhy kritérií,

$g_r(x_t)$ = hodnota pořadí t -té varianty podle r -tého kritéria,

s = počet kritérií,

v = počet variant,

pro $t = 1, 2, \dots, v$.

pro $r = 1, 2, \dots, s$.

Pravidlo volby – varianty jsou uspořádány podle hodnoty w_t . Rozhodovatel vybírá tu variantu, jejíž hodnota w_t je největší. V případě, že největší hodnoty w_t

nabývá více variant, může z nich vybírat podle dalšího, dříve neuvažovaného kritéria, nebo volí libovolnou z nich. V podstatě jde o určení pořadí variant podle jednotlivých kritérií, kdy použijeme například bodovou stupnici 1, 2, 3, 4, kde 1 je nejméně vyhovující a 4 nejvhodnější.

2.8.2. Metoda bodovací [1]

Bodovací metoda se v praxi využívá často. Základem je bodovací stupnice. Tyto stupnice mohou mít různé formy, přičemž nejčastěji jsou používány pětibodové nebo desetibodové. Vhodně zvolená bodovací stupnice určuje také kvalitu rozhodovacího procesu. Konkrétní bodovací stupnice musí být vhodná pro všechna hodnotící kritéria. Větší počet bodů odpovídá vyšším výnosům nebo menším nákladům či vyjadřuje větší preferenci. Na základě zvolené stupnice jsou varianty obodovány podle jednotlivých kritérií a výsledné agregované kritérium t-té varianty se určí jako vážený součet:

(9)

$$w_t = \sum_{r=1}^s p_r * b_{tr}$$

, kde

p_r = váha důležitosti r-tého kritéria,

b_{tr} = počet bodů přiřazený t-té variantě podle r-tého kritéria,

s = počet kritérií,

v = počet variant,

pro $t = 1, 2, \dots, v$,

pro $r = 1, 2, \dots, s$.

Pravidlo volby – varianty jsou uspořádány podle hodnoty w_t . Rozhodovatel vybírá tu variantu, jejíž hodnota w_t je největší. V případě, že největší hodnoty w_t nabývá více variant, může z nich vybírat podle dalšího, dříve neuvažovaného kritéria, nebo volí libovolnou z nich.

2.8.3. Bazická metoda [1]

Bazická metoda je metodou určenou pro agregaci kvantitativních kritérií. Při použití této metody se uvažuje vedle jednotlivých srovnatelných variant také jedna

varianta základní neboli bazická. Stanovení bazické varianty se provádí například určením fiktivní varianty vytvořené na základě průměrných hodnot kritérií. Varianty se porovnávají podle jednotlivých hodnotících kritérií s variantou bazickou. Porovnání t-té varianty se základní variantou z hlediska r-tého kritéria se provede:

- u kritérií nákladového typu pomocí koeficientu:

(10)

$$h_{tr} = \frac{H_{zr}}{H_{tr}}$$

- u kritérií výnosového typu pomocí koeficientu:

(11)

$$h_{tr} = \frac{H_{tr}}{H_{zr}}, \text{ kde}$$

H_{tr} = hodnota r-tého kritéria, přiřazená t-té variantě,

H_{zr} = hodnota r-tého kritéria, přiřazená základní variantě,

s = počet kritérií,

v = počet variant,

pro $t = 1, 2, \dots, v$,

pro $r = 1, 2, \dots, s$,

kdy $z \neq t$.

Komplexní vyhodnocení variant získáme porovnáním vážených součtů, přičemž:

(12)

$$w_t = \sum_{r=1}^s p_r * h_{tr}, \text{ kde}$$

p_r = váha důležitosti r-tého kritéria,

h_{tr} = koeficient r-tého kritéria, přiřazený t-té variantě,

pro $t = 1, 2, \dots, v,$

pro $r = 1, 2, \dots, s.$

Pravidlo volby – varianty jsou uspořádány podle hodnoty w_t . Rozhodovatel vybírá tu variantu, jejíž hodnota w_t je největší. V případě, že největší hodnoty w_t nabývá více variant, může z nich rozhodovatel vybírat podle dalšího dříve neuvažovaného kritéria, nebo volí libovolnou z nich.

3. Analytická část

V této části bakalářské práce se budu věnovat sběru informací a vytvoření podkladů pro rozhodnutí. Zhodnotím zde možné varianty výběru na základě konkrétních kritérií, která zvolili experti v daném oboru. Sběr a analýza informací povedou ke stanovení optimální varianty při záměru pořídit nové svařovací zařízení.

Úloha bude pojednávat o čtyřech variantách výběru svařovacího invertoru (MIG/MAG). Hlavní roli zde budou hrát modely svařovacích invertorů určených ke svařování oceli v průběhu stavby. Zařízení budou hodnocena na základě čtyř kritérií. Výsledkem bude nalezení optimální varianty pořízení invertoru na základě pohledu plynoucího z jednotlivých kritérií.

3.1. *Popis společnosti*

Společnost, kterou se v práci zabývám a v rámci které řeším daný problém týkající se rozhodnutí na základě kritérií, se nazývá VCES, a.s. Je to stavební společnost se sídlem v Praze zaměřená na realizaci významných průmyslových a rezidenčních projektů, staveb občanské vybavenosti a vodohospodářských staveb. Společnost působí po celém světě a je součástí skupiny Bouygues Construction, jež patří k lídrům světového stavebnictví. Působí ve více než 80 zemích, kde navrhuje, staví a provozuje projekty v oblastech občanské výstavby, infrastrukturních projektů a průmyslu.

3.2. *Popis variant*

V této části bakalářské práce budou popsány čtyři možné varianty výběru svařovacích invertorů, které byly vybrány na základě semi-lexikografické strategie. U variant jsou uvedeny jejich specifikace dle prodejce.


3.2.1. ESAB Caddy Mig C200i [7]

	Cena s DPH 23 300 Kč/ks (913,73 EUR)
	Proudový rozsah 30–200 [A]
Napětí naprázdno 60,0 [V]	Zatěžovatel ED 100% 100 [A]
Třída krytí IP 23 S Rozměry (Š × D × V) 198 × 449 × 347 [mm] Hmotnost 11,5 [kg] Rychlost posuvu drátu 2–11 [m/min]	
	Země původu: Švédsko Napájecí napětí: 1x230 [V]

Tab. č. 2 – Specifikace první varianty

3.2.2. SVAROG PRO MIG 200 SYNERGY (N229) [8]

	Cena s DPH 19 320 Kč/ks (737,15 EUR)
	Proudový rozsah 50–250 [A]
Napětí naprázdno 53 [V]	Zatěžovatel ED 100% 160 [A]
Třída krytí IP 21 Rozměry (Š × D × V) 185 × 370 × 485 [mm] Hmotnost 12,5 [kg] Rychlost posuvu drátu 1,5–14 [m/min]	

	<p>Země původu: Rusko Napájecí napětí: 1x230 ± 15% [V]</p>
---	---

Tab. č. 3 – Specifikace druhé varianty

3.2.3. KIT 305 PROCESSOR [9]

	<p>Cena s DPH 29 294 Kč/ks (1137,27 EUR)</p>
	<p>Proudový rozsah 30–280 [A]</p>
	<p>Napětí naprázdno 38 [V]</p>
	<p>Zatěžovatel ED 100% 220 [A]</p>
	<p>Třída krytí IP 21</p>
	<p>Rozměry (Š × D × V) 490 × 806 × 822 [mm] Hmotnost 93 [kg] Rychlost posuvu drátu 1–20 [m/min]</p>
	<p>Země původu: Česko Napájecí napětí: 3x400 [V]</p>

Tab. č. 4 – Specifikace třetí varianty

3.2.4. Kemppi MinarcMig Evo 200 [10]

	Cena s DPH 26 804 Kč/ks (1040,00 EUR)
	Proudový rozsah 20–200 [A]
	Napětí naprázdno 75 [V]
	Zatěžovatel ED 100% 120 [A]
	Třída krytí IP 23 S Rozměry (Š × D × V) 227 × 450 × 368 [mm] Hmotnost 13 [kg] Rychlost posuvu drátu 1–20 [m/min]
	Země původu: Finsko Napájecí napětí: 1x230 ± 15% [V]

Tab. č. 5 – Specifikace čtvrté varianty

3.3. Rozhodovací kritéria

Jako rozhodovací problém byl v předchozí kapitole definován nákup svařovacích invertorů. Vzhledem k tomu, že na českém trhu existuje velké množství firem, které se zaměřují na tento sortiment, je poměrně složité se v jejich nabídce orientovat. Na základě jednání s experty v této oblasti však bylo nakonec zvoleno celkem pět kritérií. Do konečného výčtu hodnotících kritérií se následně dostala pouze čtyři. V této kapitole budou všechna kritéria definována a popsána.

3.3.1. Cena

Jedná se o minimalizační (nákladové) kritérium. Můžeme říci, že jde nesporně o jedno z nejdůležitějších kritérií při výběru nejlepší varianty. Pořizovací náklady společnost zatíží po ekonomické stránce, jelikož se jedná o relativně velké částky v řádu desítek tisíc korun za kus (invertor).

3.3.2. Napětí naprázdno

Jedná se o maximalizační (výnosové) kritérium. Napětí naprázdno je jednou z nejdůležitějších charakteristik invertoru. Toto kritérium je udáváno ve voltech [V] a vyjadřuje hodnotu elektrického napětí mezi výstupními svorkami svařovacího zdroje v době, kdy se nesvařuje (tj. naprázdno). Čím je toto napětí vyšší, tím lépe elektroda zapaluje a hoření je stabilnější.

3.3.3. Zatěžovatel ED

Jedná se o maximalizační (výnosové) kritérium. Toto je velmi důležitý údaj, který udává, jak dlouho lze se zdrojem svařovat daným proudem. Pro výpočet zatěžovatele se používá desetiminutový pracovní cyklus. Pro lepší pochopení tohoto údaje jsem se rozhodl uvést tři příklady:

Zatěžovatel 140 A / 35 % – proudem 140 A lze nepřetržitě svařovat 35 % času (3,5 minuty) – po zbytek času (6,5 minuty) se zdroj musí chladit.

Zatěžovatel 110 A / 60 % – proudem 110 A lze nepřetržitě svařovat 60 % času (6 minut) - po zbytek času (4 minuty) se zdroj musí chladit.

Zatěžovatel 95 A / 100 % – proudem 95 A lze svařovat 100 % času, tedy trvale. To znamená, že při daném proudu (zatížení) zdroj nepotřebuje přestávku na chlazení.

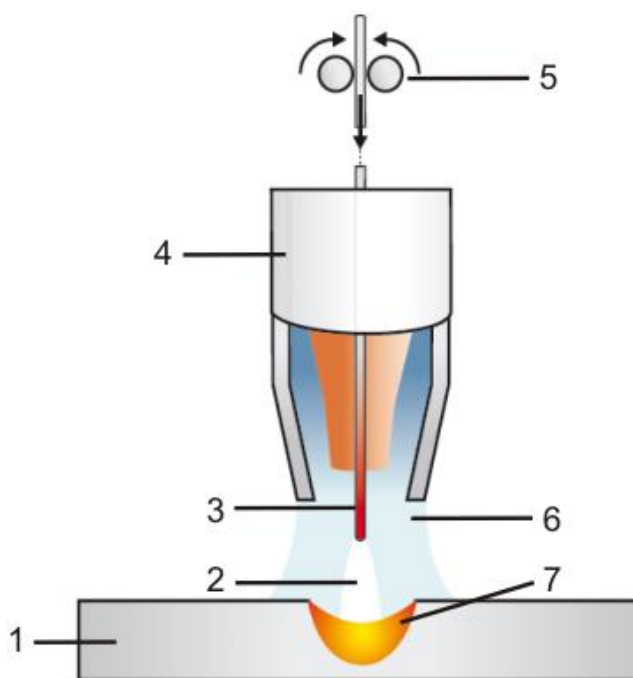
Pro porovnání svařovacího zařízení jsem použil zatížení, při kterém lze svařovat trvale, tedy hodnotu zatěžovatele ED při 100 %.

3.3.4. Rozsah svařovacího proudu [11]

Toto maximalizační (výnosové) kritérium bereme v úvahu z důvodu, že v běžné praxi je potřeba svařovat různé součástky, které mají různé tloušťky. Rozsah svařovacího proudu je těsně propojen s průměrem drátu, který je v tomto případě 1,4 mm. Doporučené hodnoty svařovacího proudu jsou uvedeny v tabulce:

Tloušťka svařovaných dílů [mm]	Hodnota svařovacího proudu [A]
6	145–165
8	150–170
10	155–175
12	160–180

Tab. č. 6 – Doporučené hodnoty svařovacího proudu pro MIG/MAG



Obr. 02 – Princip svařování v ochranné atmosféře

Vysvětlivky k obrázku: 1 – základní materiál, 2 – elektrický oblouk, 3 – svařovací drát, 4 – svařovací hořák, 5 – podavač drátu, 6 – ochranná atmosféra, 7 – svarová lázeň.

3.4. Stanovení váhy kritérií dle expertů

Pro stanovení důležitosti jednotlivých kritérií pro hodnotící experty byla zvolena bodovací metoda a metoda párového srovnání. První popsanou bude metoda stanovení váhy kritéria na základě bodovací metody. Bodovací stupnice je popsána v tabulce 7:

1	Bod	Kritérium nemá žádný význam
10	Bodů	Kritérium je nejdůležitější

Tab. č. 7 – Bodovací stupnice 1–10

Kritéria budou hodnocena čtyřmi experty, kteří se orientují v dané problematice.

Druhou hodnotící metodou bude metoda párového srovnávání kritérií. Experti v tomto případě přiřadí váhu vždy pro ně důležitějšímu kritériu v dané srovnávané dvojici. Kritéria se budou hodnotit na základě jim udělených preferencí, tzn. kolikrát bylo dané kritérium upřednostněno před jiným hodnoceným kritériem.

3.4.1. Bodovací metoda

Jak již bylo řečeno, bodovací metoda spočívá v přiřazování určité bodové hodnoty jednotlivých kritérií na stupnici 1–10 (1 – nejhorší, 10 – nejlepší). Ke zjištění bodového ohodnocení je zapotřebí znát názor čtyř expertů, kteří se v dané problematice orientují. Příslušné bodové ohodnocení jednotlivých kritérií a zjištění jejich vah je znázorněno v následujících tabulkách:

Přiřazení bodů:

	Kritéria				Σ
	K1-Cena	K2-Zatěžovatel ED	K3-Napětí naprázdno	K4-Rozsah svařovacího proudu	
Expert 1	8	3	6	7	24
Expert 2	6	7	4	8	25
Expert 3	6	2	5	9	22
Expert 4	8	7	6	9	30

Tab. č. 8 – Přiřazení bodů

Zjištění vah důležitosti:

	Kritéria				Σ
	K1-Cena	K2-Zatěžovatel ED	K3-Napětí Naprázdno	K4-Rozsah svařovacího proudu	
Expert 1	0,333	0,125	0,250	0,292	1,000
Expert 2	0,240	0,280	0,160	0,320	1,000
Expert 3	0,272	0,090	0,228	0,409	1,000
Expert 4	0,267	0,233	0,200	0,300	1,000

Tabulka č. 9 – Zjištění vah důležitosti

V tabulce č. 9 jsou znázorněny dílčí váhy jednotlivých kritérií tak, jak experti přiřadili body jednotlivým kritériím. Dílčí váhu je možné stanovit coby podíl bodového hodnocení experta u daného kritéria a celkového bodového součtu všech kritérií u experta.

Znázornění výpočtu dílčí váhy kritéria ceny u experta 1:

$$\text{Dílčí váha} = 8/24 = 0,333$$

Součet dílčích vah kritérií:

Kritéria	SDV
Cena	1,112
Zatěžovatel ED	0,728
Napětí naprázdno	0,838
Rozsah svařovacího proudu	1,322
Σ	4

Tab. č. 10 – Součet dílčích vah kritérií

Výsledné váhy důležitosti jednotlivých kritérií budou podílem součtu dílčích vah a počtem hodnotících expertů.

Znázornění výpočtu váhy kritéria ceny:

$$\text{Váha kritéria} = 1,112/4 = 0,231$$

Výsledné váhy kritérií:

Kritéria	Váha kritéria
Cena	0,278
Zatěžovatel ED	0,182
Napětí naprázdno	0,210
Rozsah svařovacího proudu	0,330
Σ	1

Tab. č. 11 – Výsledné váhy kritérií

Z předchozí tabulky vyplývá, že experti považují za kritérium s největší vahou důležitosti hodnotu rozsahu svařovacího proudu. Za tímto následuje ve výběru cena a jako třetí nejdůležitější kritérium je považováno napětí naprázdno svařovacího invertoru. Na posledním místě se nachází hodnota zatěžovatele ED.

Koeficient shody expertů:

Kritéria		K1-Cena		K2-Zatěžovatel ED		K3-Napětí naprázdno		K4-Rozsah svařovacího proudu	
Expert	Čís. poř.								
E1	α_{1j}	8	1	3	4	6	3	7	2
E2	α_{2j}	6	3	7	2	4	4	8	1
E3	α_{3j}	6	2	2	4	5	3	9	1
E4	α_{4j}	8	2	7	3	6	4	9	1
Součet pořadí			8		13		14		5

Tab. č. 12 – Koeficient shody expertů

(13)

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

α_{kj} - číslo pořadí přiřazené k-tým expertem j-tému kritériu,
 m – počet kritérií,

p – počet expertů.

$$W = \frac{12 * [(-2)^2 + (3)^2 + (4)^2 + (-5)^2]}{4^2 * (4^3 - 4)} = \frac{648}{960} = 0,675$$

Koeficient shody expertů bodovací metody vyšel 0,675, což je v souladu s podmínkou pro výši koeficientu shody expertů W, který by měl být větší než 0,5. Z hodnoty 0,675, kterou jsem získal při výpočtu koeficientu shody expertů, vychází, že je možné využít hodnoty vah jednotlivých kritérií pro následnou agregaci hodnotících kritérií.

3.4.2. Metoda párového srovnání

V této metodě bylo využito hodnocení čtyř expertů, kteří měli v daném případě mírně odlišný úkol než u předchozí metody. Jak již bylo zmíněno, metoda párového srovnání spočívá ve zjištění preferenčních vztahů mezi dvojicemi kritérií. Dle volby preference daného kritéria před druhým se do příslušné buňky zapíše hodnota 0 nebo 1. Při využití této metody může dojít také k výsledku, že některá z kritérií budou mít nulovou váhu, i přestože se nemusí jednat o zcela zanedbatelné kritérium.

Hodnocení prvního experta:

Kritéria	K1-Cena	K2-Zatěžovatel ED	K3-Napětí naprázdno	K4-Rozsah svařovacího proudu
K1-Cena	x	1	1	1
K2-Zatěžovatel ED	0	x	0	0
K3-Napětí naprázdno	0	1	x	0
K4-Rozsah svařovacího proudu	0	1	1	x

Tab. č. 13 – Bodové hodnocení prvního experta

Počet preferencí:

Kritéria	Poč. preferencí
K1-Cena	3
K2-Zatěžovatel ED	0
K3-Napětí naprázdno	1
K4-Rozsah svařovacího proudu	2

Tab. č. 14 – Tabulka preferencí prvního experta

První expert by při výběru svařovacího zařízení preferoval cenové kritérium. Druhé kritérium hodnoty zatěžovatele ED je pro daného experta nejméně důležité. Jaký bude mít invertor rozsah svařovacího proudu expert považuje za více důležité kritérium než napětí naprázdno, avšak méně důležité, než je kritérium ceny.

Hodnocení druhého experta:

Kritéria	K1-Cena	K2-Zatěžovatel ED	K3-Napětí naprázdno	K4-Rozsah svařovacího proudu
K1-Cena	x	0	1	0
K2-Zatěžovatel ED	1	x	1	0
K3-Napětí naprázdno	0	0	x	0
K4-Rozsah svařovacího proudu	1	1	1	X

Tab. č. 15 – Bodové hodnocení druhého experta

Počet preferencí:

Kritéria	Poč. preferencí
K1-Cena	1
K2-Zatěžovatel ED	2
K3-Napětí naprázdno	0

K4-Rozsah svařovacího proudu	3
-------------------------------------	---

Tab. č. 16 – Tabulka preferencí druhého experta

Expert 2 by při výběru invertoru preferoval kritérium rozsahu svařovacího proudu. Na druhém místě by pak invertor vybíral podle hodnoty zatěžovatele ED. Kritérium ceny získalo v tomto případě pouze jeden bod. Hodnota napětí naprázdno pro něj nemá téměř žádný význam.

Hodnocení třetího experta:

Kritéria	K1-Cena	K2-Zatěžovatel ED	K3-Napětí naprázdno	K4-Rozsah svařovacího proudu
K1-Cena	x	1	1	0
K2-Zatěžovatel ED	0	x	0	0
K3-Napětí naprázdno	0	1	x	0
K4-Rozsah svařovacího proudu	1	1	1	X

Tab. č. 17 – Bodové hodnocení třetího experta

Počet preferencí:

Kritéria	Poč. preferencí
K1-Cena	2
K2-Zatěžovatel ED	0
K3-Napětí naprázdno	1
K4-Rozsah svařovacího proudu	3

Tab. č. 18 – Tabulka preferencí třetího experta

Třetí expert považuje čtvrté kritérium za nejdůležitější, a proto toto kritérium získalo nejvíce bodů. Druhé kritérium se nachází na druhém místě. Třetí kritérium

získalo pouze jeden bod. Hodnota zatěžovatele ED pro třetího experta nemá téměř žádný význam.

Hodnocení čtvrtého experta:

Kritéria	K1-Cena	K2-Zatěžovatel ED	K3-Napětí naprázdno	K4-Rozsah svařovacího proudu
K1-Cena	x	1	1	0
K2-Zatěžovatel ED	0	x	1	0
K3-Napětí naprázdno	0	0	x	0
K4-Rozsah svařovacího proudu	1	1	1	x

Tab. č. 19 – Bodové hodnocení čtvrtého experta

Počet preferencí:

Kritéria	Poč. preferencí
K1-Cena	2
K2-Zatěžovatel ED	1
K3-Napětí naprázdno	0
K4-Rozsah svařovacího proudu	3

Tab. č. 20 – Tabulka preferencí čtvrtého experta

Pro čtvrtého experta platí stejně jako pro třetího, že čtvrté a třetí kritérium získala stejný počet bodů. Rozdíl nastává v hodnocení druhého a třetího kritéria. Napětí naprázdno pro čtvrtého experta při výběru svařovacího invertoru je nejméně důležité. Na třetím místě je pak hodnota zatěžovatele ED.

Výsledné hodnocení:

Kritéria	K1-Cena	K2-Zatěžovatel ED	K3-Napětí naprázdno	K4-Rozsah svařovacího proudu
E1	3	1	0	2

E2	1	2	0	3
E3	2	0	1	3
E4	2	1	0	3
Součet pořadí	8	3	2	11
Váha kritéria	0,333	0,125	0,083	0,458

Tab. č. 21 – Výsledná tabulka metody párového srovnávání

Koeficient shody expertů:

Kritéria		K1-Cena		K2-Zatěžovatel ED		K3-Napětí naprázdno		K4-Rozsah svařovacího proudu	
Expert	Čís. poř.								
E1	α_{1j}	3	1	0	4	1	3	2	2
E2	α_{2j}	1	3	2	2	0	4	3	1
E3	α_{3j}	2	2	0	4	1	3	3	1
E4	α_{4j}	2	2	1	3	0	4	3	1
Součet pořadí			8		13		14		5

Tab. č. 22 – Koeficient shody expertů

(14)

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

α_{kj} - číslo pořadí přiřazené k-tým expertem j-tému kritériu,

m – počet kritérií,

p – počet expertů.

$$W = \frac{12 * [(-2)^2 + (3)^2 + (4)^2 + (-5)^2]}{4^2 * (4^3 - 4)} = \frac{648}{960} = 0,675$$

Koeficient shody expertů metody párového srovnávání vyšel v hodnotě 0,675. Tato hodnota překročila minimální hodnotu shody expertů, což znamená, že

se experti shodli. Z tohoto plyne, že pro následnou agregaci je možné použít koeficienty shody expertů bodovací metody i metody párového srovnání. Pro agregaci jednotlivých kritérií jsem tedy zvolil bodovací metodu a bazickou metodu.

3.5. Agregace kritérií

3.5.1. Agregace bodovací metodou

Pomocí agregace jednotlivých kritérií bylo zjištěno pořadí daných variant, které přicházejí v úvahu. Nejprve je zapotřebí sestavit tabulku bodovací stupnice, na jejímž základě se jednotlivým variantám přiřadí body. Přiřazení bodu proběhne podle intervalu z tabulky bodovací stupnice. Stupnice se nejčastěji volí 1 až 5 nebo 1 až 10. Vzhledem k tomu, že koeficient shody expertů u metody párového srovnání a bodovací metody vyšel 0,675, vzniká možnost vybrat si metodu agregace kritérií. Jako první varianta agregace kritérií byla zvolena bodovací metoda. Při bodování variant odpovídá větší počet bodů větším výnosům a zároveň menším nákladům případně může vyjadřovat větší preferenci kterémukoliv kritériu.

Bodovací stupnice:

Kritéria	K1- Cena [Kč]	K2- Zatěžovatel ED [A]	K3- Napětí naprázdno [V]	K4- Rozsah svařovacího proudu [A]
Počet bodů				
1	1 100–1 250	100–125	38–48	170–187
2	950–1100	125–150	48–58	187–204
3	800–950	150–175	58–68	204–221
4	650–800	175–200	68–78	221–238
5	500–650	200–225	78–88	238–255
Typ kritéria	Nákladové	Výnosové	Výnosové	Výnosové

Tab. č. 23 – Tabulka bodovací stupnice

Přehled variant a povahy kritérií:

Kritéria	K1-Cena [EUR]	K2- Zatěžovatel ED [A]	K3-Napětí naprázdno [V]	K4-Rozsah svařovacího Proudu [A]
Varianty				
V1	913,73	100	60	30–200(170)
V2	737,15	160	53	50–250(200)
V3	1 137,27	220	38	30–280(250)

V4	1 040	120	75	20–200(180)
Typ kritéria	Nákladové	Výnosové	Výnosové	Výnosové

Tab. č. 24 – Tabulka přehledu variant a povahy kritérií

Tabulka přiřazených bodů:

Kritéria	K1-Cena [EUR]	K2- Zatěžovatel ED [A]	K3-Napětí naprázdno [V]	K4-Rozsah svařovacího proudu [A]
Varianty				
V1	3	1	3	1
V2	4	3	2	2
V3	1	5	1	5
V4	2	1	4	1
Váha důlež. kritérií	0,278	0,182	0,210	0,330

Tab. č. 25 – Tabulka přiřazených bodů

Tabulku s přiřazenými body sestavíme porovnáním jednotlivých uvažovaných variant s kritérii výběru. U kritérií výběru je zapotřebí stanovit intervaly, následně se pak hodnoty z tabulky zadání porovnají s hodnotami z tabulky bodovací stupnice. Hodnoty kritérií jednotlivých variant se porovnají se stanovenými intervaly a na jejich základě budou jednotlivým variantám přiřazena bodová hodnocení. Body jsou přiřazeny podle toho, jak je pro konkrétní společnost daná hodnota výhodná, tzn. např. čím větší napětí naprázdno, tím větší bodové ohodnocení. Váha důležitosti kritérií je použita z výše uvedené metody stanovení vah, konkrétně ze stanovení vah bodovací metodou.

Výsledné pořadí variant:

Kritéria	K1-Cena [EUR]	K2-Zatěž. ED [A]	K3-Napětí naprázdno [V]	K4-Roz. svař. proudu [A]	Suma bodů	Pořadí
Varianty						
V1	0,834	0,182	0,630	0,330	1,976	3
V2	1,112	0,546	0,420	0,660	2,738	2

V3	0,278	0,910	0,210	1,650	3,048	1
V4	0,556	0,182	0,840	0,330	1,908	4

Tab. č. 26 – Tabulka výsledného pořadí variant

3.5.2. Agregace bazickou metodou

Jak již bylo řečeno, povaha všech hodnotících kritérií je kvantitativní, proto je zde možno použít také metodu bazickou, která byla popsána v bodě 2.8.3. Tato metoda spočívá v porovnání jednotlivých variant s variantou základní neboli tzv. „bází“. Základní variantou, se kterou budou porovnávány hodnocené varianty, pro ulehčení bude zvolena varianta první, čímž bude dosaženo snížení počtu výpočtů o jeden, jelikož všechny hodnoty první varianty se budou rovnat „1“. Dalším důležitým krokem je určení povahy jednotlivých kritérií, od kterého se bude odvíjet postup výpočtu. Všechna data pro výpočty popisuje následující tabulka.

Přehled variant a povahy kritérií:

Kritéria	K1-Cena [EUR]	K2- Zatěžovatel ED [A]	K3-Napětí naprázdno [V]	K4-Rozsah svařovacího Proudu [A]
Varianty				
V1	913,73	100	60	30–200(170)
V2	737,15	160	53	50–250(200)
V3	1 137,27	220	38	30–280(250)
V4	1 040	120	75	20–200(180)
Typ kritéria	Nákladové	Výnosové	Výnosové	Výnosové

Tab. č. 27 – Tabulka přehledu variant a povahy kritérií

Jak již bylo zmíněno, existují dva typy kritérií. Prvním typem jsou kritéria výnosová, druhým pak kritéria nákladová. Toto rozdělení kritérií ovlivní další postup výpočtu dle vzorců uvedených v teoretické části této bakalářské práce. Pro výpočet druhé varianty (porovnáváme s variantou základní) při prvním kritériu, kterým je cena, bude výpočet vypadat takto:

$$\frac{913,73}{737,15} = 1,24$$

Pro výpočet druhé varianty pro druhé kritérium, které je v tomto případě výnosové, bude rovnice vypadat následovně:

$$\frac{160}{100} = 1,6$$

Celá vypočtená tabulka poté vypadá takto:

Kritéria	K1-Cena [EUR]	K2-Zatěžovatel ED [A]	K3-Napětí naprázdno [V]	K4-Roz. svař. proudu [A]
Varianty				
V1	1,000	1,000	1,000	1,000
V2	1,239	1,600	0,883	1,176
V3	0,803	2,200	0,633	1,470
V4	0,878	1,200	1,25	1,058
Typ kritéria	Nákladové	Výnosové	Výnosové	Výnosové
Váha důlež. kritérií	0,278	0,182	0,210	0,330

Tab. č. 28 – Koeficienty variant a váhy kritérií

Výsledné pořadí variant:

Kritéria	K1-Cena [EUR]	K2-Zatěž. ED [A]	K3-Napětí naprázdno [V]	K4-Roz.svař. proudu [A]	Suma bodů	Pořadí
Varianty						
V1	0,278	0,182	0,210	0,330	1,000	4
V2	0,344	0,291	0,185	0,388	1,208	2
V3	0,223	0,400	0,133	0,485	1,251	1

V4	0,244	0,218	0,263	0,350	1,075	3
-----------	-------	-------	-------	-------	-------	---

Tab. č. 29 – Agregace kritérií bazickou metodou

Vyhodnocení:

Z výsledků obou metod agregace bylo zjištěno, že nejvíce vyhovující variantou z hlediska stanovených kritérií, je třetí varianta, a to svářecí invertor značky KÜHTREIBER s.r.o. s označením KIT 305 PROCESSOR. Na druhém místě se v obou metodách umístila druhá varianta. Při agregaci bodovací metodou se první varianta umístila na třetím místě, na čtvrtém místě se pak nachází čtvrtá varianta. Při agregaci kritérií bazickou metodou situace dopadla odlišně, tedy na třetím místě se nachází čtvrtá varianta, na posledním (čtvrtém) místě se je první varianta. Rozdíl mezi těmito variantami byl relativně malý, a proto bude záležet výhradně na rozhodovateli, pro kterou z uvedených variant se nakonec rozhodne.

4. Návrhová část

V této části se zaměřím na popsání nejlepší varianty svařovacího invertoru podle jednotlivých kritérií. Na základě názoru čtyř expertů jsem zhodnotil čtyři možné varianty svařovacího invertoru a dospěl k určitému výsledku, který bude popsán v další kapitole.

4.1. *Popis vybrané varianty*

Z výsledků obou metod agregace bylo zjištěno, že nejvíce vyhovující variantou z hlediska stanovených kritérií, je třetí varianta, a to svářecí invertor značky KÜHTREIBER s.r.o. s označením KIT 305 PROCESSOR.

V této kapitole bude popsán tento invertor ze všech stran. Vzhledem k tomu, že disponuje výbornými vlastnostmi, díky kterým se o toto místo zasloužil. Ze všech uvedených invertorů má zároveň nejvyšší cenu a je nutno zmínit, že kritérium výše ceny je druhé v pořadí, avšak ani tento fakt jej neposouvá na poslední místa tabulky. Hodnoty zatěžovatele ED a napětí naprázdno má ze všech uvedených kritérií nejmenší váhu, čímž na konečné hodnocení nemají velký vliv. Poslední a nejdůležitější kritérium z hlediska expertů je hodnota rozsahu svařovacího proudu. Pro tři ze čtyř expertů má toto kritérium největší váhu. Velká hodnota váhy tohoto kritéria je zapříčiněna především dvacetiletou zkušeností v oblasti výroby svařovacích invertorů pro MIG/MAG a kvality řízení výrobního procesu.



Obr. 03 Vítězná varianta – svářecí invertor KIT 305 PROCESSOR

5. Závěr

Závěrem je tedy záhodno konstatovat, že dostupných metod vedoucích k učinění rozhodnutí nebo jen kupříkladu ke zjištění možností výběru je obrovské množství. V této bakalářské práci byla popsána pouze část metod, které jsou podle mého názoru užívány nejčastěji. Je nutno říci, že rozhodující se člověk musí vždy klást důraz na zvolení vhodné metody pro konkrétní případ, bohužel totiž ne každá metoda vede k ulehčení učinění výsledného rozhodnutí.

V teoretické části práce byly popsány různé strategie volby variant pro vícekritériální rozhodování. Jedná se o metody, pomocí kterých lze stanovit váhy důležitosti jednotlivých hodnotících kritérií a metody, kterými lze hodnotit varianty výběru. Při stanovení optimální metody je nutné si uvědomit, že pro různé soubory kritérií a variant je vhodné zvolit různé metody stanovování jejich vah a vyhodnocování.

V analytické části pak byly použity podklady, které byly uvedeny v teoretické části, a na jejich základě byl učiněn závěr, že pro společnost VCES, a.s. bude nejlepší vybrat třetí variantu, tedy KIT 305 PROCESSOR. Ke stanovení optimální varianty bylo užito bodovací a bazické metody. K učinění výsledného rozhodnutí bylo zapotřebí získat názor čtyř hodnotících expertů seznámených s danou problematikou.

Věřím, že by tato práce mohla dobře posloužit jakožto podklad při činění budoucích rozhodnutí společnosti jak strategických, tak i běžných. V této bakalářské práci je nastavena jasná a srozumitelná metodika postupu, která je také následně popsána.

6. Zdroje

6.1. Monografické publikace

- [1] ŽÁČEK, Vladimír. *Management podniku*. 2. přepracované vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05980-7.
- [2] GROS, Ivan. *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*. Praha: Grada, 2003. Expert (Grada). ISBN 80-247-0421-8.
- [3] ŽÁČEK, Vladimír. *Rozhodování v managementu*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2015, 173 s. ISBN 978-80-01-05804-6
- [4] ŠUBRT, Tomáš. *Ekonomicko-matematické metody*. 1. vydání, Praha: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 352 s. ISBN 978-80-7380-345-2.
- [5] TALAŠOVÁ, Jana: *Fuzzy metody vícekritériálního hodnocení a rozhodování*, Olomouc: Univerzita Palackého, 2003, 179 s. ISBN 80–244–0614–4

6.2. Internetové zdroje

- [6] Kendall's Concordance (W) Coefficient | Real Statistics Using Excel. *Performing Real Statistical Analysis Using Excel* [online]. Copyright © 2012 [cit. 08.07.2019]. Dostupné z: <http://www.real-statistics.com/reliability/kendalls-w/>
- [7] SVÁŘEČKY-ELEKTRODY.CZ - profesionální e-shop se svařovací technikou [online]. Dostupné z: <https://www.svarecky-elektrody.cz/esab-caddy-mig-c200i/d-14090#tb1=2>
- [8] Сварочный инвертор Сварог PRO MIG 200 SYNERGY (N229). *ТМ «Сварог» – Российский бренд сварочного оборудования | Сварог* [online]. Copyright © 2007 [cit. 08.07.2019]. Dostupné z: <http://svarog-rf.ru/products/pro-mig-200-synergy-n229>
- [9] KIT 305 Processor | Svářečky-obchod.cz. *Svářečky, svářečka, svářecí technika, invertory, co2* [online]. Copyright © 2008 [cit. 08.07.2019]. Dostupné z: <https://www.svarecky-obchod.cz/svarecky-co2-mig-mag/521-kit-305-processor.htm>
- [10] MinarcMig Evo - Kemppi. [online]. Copyright © 2019 . [cit. 08.07.2019]. Dostupné z: <https://www.kemppi.com/ru/offering/family/minarcmig-evo/>
- [11] Všeobecné informace týkající se svařování MIG/MAG [[online] Copyright © 2017 [cit. 08.07.2019]. Dostupné z: <https://www.ewm-group.com/cs/fachwissen/mig-mag-schweissen-grundlagen.html>

6.3. Seznam obrázků

- Obr. 01- Typy rozhodovacích problémů podle hierarchické úrovně managementu
Obr. 02- Princip svařování v ochranné atmosféře
Obr. 03- Vítězná varianta - svářecí inventar KIT 305 PROCESSOR

6.4. Seznam tabulek

- Tab. č. 1 – Typy a metody rozhodování u dobře a špatně strukturovaného rozhodování

- Tab. č. 2 – Specifikace první varianty
- Tab. č. 3 – Specifikace druhé varianty
- Tab. č. 4 – Specifikace třetí varianty
- Tab. č. 5 – Specifikace čtvrté varianty
- Tab. č. 6 – Doporučené hodnoty svařovacího proudu pro MIG/MAG
- Tab. č. 7 – Bodovací stupnice 1-10
- Tab. č. 8 – Přiřazení bodů
- Tab. č. 9 – Zjištění vah důležitosti
- Tab. č. 10 – Součet dílčích vah kritérií
- Tab. č. 11 – Výsledné váhy kritérií
- Tab. č. 12 – Koeficient shody expertů
- Tab. č. 13 – Bodové hodnocení prvního experta
- Tab. č. 14 – Tabulka preferencí prvního experta
- Tab. č. 15 – Bodové hodnocení druhého experta
- Tab. č. 16 – Tabulka preferencí druhého experta
- Tab. č. 17 – Bodové hodnocení třetího experta
- Tab. č. 18 – Tabulka preferencí třetího experta
- Tab. č. 19 – Bodové hodnocení čtvrtého experta
- Tab. č. 20 – Tabulka preferencí čtvrtého experta
- Tab. č. 21 – Výsledná tabulka metody párového srovnávání
- Tab. č. 22 – Koeficient shody expertů
- Tab. č. 23 – Tabulka bodovací stupnice
- Tab. č. 24 – Tabulka zadání
- Tab. č. 25 – Tabulka přiřazených bodů
- Tab. č. 26 – Tabulka výsledné pořadí variant
- Tab. č. 27 – Tabulka přehledu variant a povahy kritérií
- Tab. č. 28 – Koeficienty variant a váhy kritérií
- Tab. č. 29 – Agregace kritérií bazickou metodou