

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



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**APLIKACE VÍCEKRITERIÁLNÍHO ROZHODOVÁNÍ VE
SPOLEČNOSTI CNC Voborník, s.r.o.**

**APPLICATION OF MULTIPLE-CRITERIA DECISION ANALYSIS
IN THE CNC Voborník, s.r.o.**

AUTOR: Václav Voborník

STUDIJNÍ PROGRAM: Výroba a ekonomika ve strojírenství

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Ladislav Vaniš

PRAHA 2018

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Voborník** Jméno: **Václav** Osobní číslo: **457283**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
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 CNC Voborník, s. r. o.

Název bakalářské práce anglicky:

Application of multiple-criteria decision analysis in the CNC Voborník, s. r. o.

Pokyny pro vypracování:

1. Úvod - zdůvodnění zadání, cíle práce
2. Teoretická část - Popis metod vícekritériálního rozhodování
3. Analytická část:
 - představení společnosti CNC Voborník, s. r. o.,
 - charakteristika předmětu rozhodování
 - sestavení rozhodovacího modelu: určení variant a hodnotících kritérií
 - řešení rozhodovacího modelu
4. Návrhová část - představení vybrané varianty
5. Závěr - zhodnocení dosažených výsledků

Seznam doporučené literatury:

- [1] GROS, Ivan. Kvantitativní metody v manažerském rozhodování, Praha: Grada, 2003. 432 s. ISBN 80-247-0421-8
[2] ŽÁČEK, Vladimír. Management podniku. Vydání první. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2009. 204 s. ISBN 978-80-01-04370-7

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: **10.04.2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **03.08.2018**

Platnost zadání bakalářské práce: **28.02.2019**



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, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

30.4.2018

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:

.....

Podpis

Anotace

Předmětem této bakalářské práce je uplatnění vybraných metod vícekriteriálního rozhodování ve strojírenském podniku CNC Voborník, s.r.o. První část je teoreticky zaměřena na problematiku manažerského rozhodování, na vícekriteriální rozhodování a na popis a možnosti aplikace jednotlivých metod. Druhá část je analytická, v jejíž první části je představena společnost CNC Voborník, s.r.o. Následuje komplexní řešení rozhodovacího problému, jehož předmětem je výběr optimálního elektropermanentního magnetického upínače. V poslední, návrhové části jsou shrnuty výsledky a výstupy rozhodovacího modelu a je zde představena vítězná varianta.

Klíčová slova

Vícekriteriální rozhodování, rozhodovací procesy, rozhodovatel, varianty, kritéria, váhy, pořadí

Annotation

The subject of this bachelor thesis is the application of selected methods of multicriterial decision making in engineering company CNC Voborník, s.r.o. The first part is theoretically focused on the issues of managerial decision-making, multi-criteria decision making and the description and possibilities of application of individual methods. The second part is analytical and begins with a presentation of CNC Voborník, s.r.o. This is followed by a complex solution to the decision-making problem, which is the choice of the optimal electromechanical magnetic clamp. In the last, the design part summarizes the results and outputs of the decision model and the winning variant is presented there.

Keywords

Multi - criteria decision making, decision - making processes, decision maker, variants, criteria, scales, rank

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Ladislavu Vanišovi za jeho vstřícný přístup, cenné rady a připomínky, které napomohly vzniku této práce. Dále bych chtěl moc poděkovat společnosti CNC Voborník, s.r.o. za poskytnutá data a za spolupráci. Obrovský dík patří mé přítelkyni, mé rodině a přátelům za jejich vytrvalou podporu při mém studiu.

Obsah

1	Úvod	10
1.1	Cíle práce	10
2	Problematika manažerského rozhodování	11
2.1	Manažerské rozhodování	11
2.2	Rozhodovací problém	11
2.3	Rozhodovací proces	12
2.4	Etapy rozhodovacího procesu	12
2.5	Prvky rozhodovacího procesu	14
2.5.1	Objekt rozhodování	14
2.5.2	Subjekt rozhodování	14
2.5.3	Cíle rozhodování	14
2.5.4	Kritéria rozhodování	15
2.5.5	Měření kritérií	16
2.6	Racionalita rozhodování	17
2.7	Role zkušenosti a intuice v rozhodování	18
3	Úvod do vícekritériálního rozhodování	19
3.1	Standardní postup při vícekritériálním rozhodování	19
3.1.1	Důkladná analýza rozhodovací situace	19
3.1.2	Stanovení globálního cíle a jeho dekompozice	19
3.1.3	Určení kritérií pro rozhodování	19
3.1.4	Stanovení důležitosti kritérií	20
3.1.5	Výběr hodnotící metody	20
3.1.6	Výpočet a analýza výsledků	20
3.1.7	Rozhodnutí	21
4	Metody stanovení vah důležitosti	22
4.1	Metoda pořadí	22
4.2	Bodovací metoda	22
4.3	Metoda párového srovnání	23
4.4	Saatyho metoda	23
5	Metody agregace hodnotících kritérií	25

5.1	Metoda pořadové funkce	25
5.2	Metoda bodovací	26
5.3	Metoda bazická.....	26
6	Analytická část.....	28
6.1	Představení společnosti CNC Voborník, s.r.o.	28
6.2	Charakteristika magnetických upínačů	29
6.3	Představení vybraných variant.....	30
6.3.1	Specifikace V1 – Elektropermanentní upínač SPIDER SM5306 [14]	31
6.3.2	Specifikace V2 – Elektropermanentní upínač VPE – 2540 [15] [16]	32
6.3.3	Specifikace V3 – Elektropermanentní upínač TURBOMILL 50SQ – 1 [17]	33
6.3.4	Specifikace V4 – Elektropermanentní upínač QX 406 UP 62 [18] [19].....	34
6.4	Stanovení hodnotících kritérií.....	35
6.4.1	Cena včetně DPH	35
6.4.2	Upínací síla.....	35
6.4.3	Hmotnost desky.....	35
6.4.4	Výška desky	36
6.4.5	Doba dodání	36
6.5	Stanovení váhy důležitosti hodnotících kritérií [13]	36
6.5.1	Uplatnění metody pořadí	36
6.5.2	Uplatnění metody bodovací.....	37
6.5.3	Uplatnění metody párového srovnání	39
6.6	Koeficient shody expertů	41
6.7	Vztahy pro výpočet koeficientů shody expertů.....	41
6.8	Výpočty koeficientů shody expertů	43
6.9	Aplikace metod agregace hodnotících kritérií [10] [13]	44
6.9.1	Aplikace metody pořadové funkce	44
6.9.2	Aplikace bodovací metody	45
6.9.3	Aplikace bazické metody.....	47
7	Návrhová část	49
7.1	Popis vítězné varianty.....	49
8	Závěr.....	50
	Použitá literatura a zdroje.....	52
	Monografické publikace	52
	Internetové zdroje.....	52

Seznam tabulek	54
Seznam obrázků	55
Příloha I – Stanovení vah důležitosti v MS Excel	56
Příloha II – Koeficienty shody expertů v MS Excel.....	57
Příloha III – Stanovení pořadí variant v MS Excel.....	58

1 Úvod

Vícekriteriální rozhodování je jednou z manažerských disciplín, která se zabývá řešením rozhodovacích situací, se kterými se setkáváme jak v osobním, tak v profesním životě. V obou případech můžeme rozdělit rozhodnutí na jednoduchá a složitá. Je přirozené, že u jednoduchých rozhodnutí lidé obvykle nekladou příliš velký důraz na rozhodování, variantu vybírají na základě intuice nebo zkušenosti. Jednoduchá rozhodnutí můžeme charakterizovat jako rozhodnutí krátkodobého charakteru, rozhodnutí, která jsou vratná a na jejichž realizace obvykle nevykládáme větší finanční částky.

Na druhé straně tu jsou rozhodnutí, která mají zásadní vliv na celý zbytek života jedince. Bývá to rozhodnutí o nákupu osobního automobilu, rodinné vily, o pracovní dráze, o způsobu uložení peněžních prostředků atd. Při těchto i jiných důležitých rozhodnutích musíme pečlivě zvažovat jednotlivé možnosti, protože při špatné volbě mohou přicházet fatální důsledky, které nemusí být v některých případech napravitelné.

Cílem u těchto typů rozhodování je snaha o komplexní posouzení situace za pomoci nově vytvořených rozhodovacích modelů. A právě tato snaha a komplexnost se projeví tím, že se nebudeme rozhodovat podle jednoho ukazatele, ale budeme při rozhodování (o výběru nejvhodnější varianty) uvažovat více hodnotících kritérií. Zohlednění více kritérií vnáší problém, který spočívá v protichůdnosti posuzovaných kritérií. Kdyby totiž všechna posuzovaná kritéria rozhodla ve prospěch stejného řešení, tak poté by pro volbu nejvhodnější varianty stačilo pouze jedno kritérium. Účelem nově vytvořených modelů vícekriteriálního rozhodování není pouze výběr nejvhodnější varianty, ale i vyloučení neefektivních a nevyhovujících variant.

1.1 Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je porozumět metodám vícekriteriálního rozhodování. Dalším cílem je umět tyto metody aplikovat a za pomoci nově vytvořeného rozhodovacího modelu řešit konkrétní rozhodovací proces výrobního podniku. V této práci se za pomoci vícekriteriálního rozhodování budou pro společnost CNC Voborník, s.r.o. posuzovat elektropermanentní magnetické upínací systémy.

2 Problematika manažerského rozhodování

2.1 Manažerské rozhodování

Na rozhodování se v rámci podnikového řízení klade větší a větší důraz, je to způsobeno závažnostmi problémů, o nichž se rozhoduje a kratším časem, za který má být rozhodnutí učiněno. Manažerské rozhodování patří jistě mezi nejdůležitější činnosti, které manažeři v rámci managementu mají. Rozhodování je chápáno jako proces volby mezi několika možnostmi nebo variantami řešení určitého problému. Manažer jako individuum v podniku musí téměř denně řešit řadu problémů tím, že se snaží zvolit tu variantu, která mu nejvíce vyhovuje. [4] [8]

Hlavní role rozhodování se projevuje v tom, že výsledky, výstupy a závěry těchto procesů ovlivňují zásadním způsobem fungování a prosperitu posuzovaných podniků. Význam a důležitost rozhodování se přímo odvíjí od rozsahu zdrojů, především pak od finančních prostředků. Nekvalitní rozhodnutí, ať už vznikla jakkoliv, mohou být, a často také bývají jednou z hlavních příčin podnikatelského neúspěchu. [4]

2.2 Rozhodovací problém

Rozhodovacím problémem rozumíme výběr nejlepší možné varianty z předem dané množiny variant při dodržení jednoho či více kritérií nákladového nebo výnosového typu. Proces rozhodování přichází ve chvíli, kdy se stav určitého děje, jevu nebo procesu mění jinak, než bylo očekáváno. Vznik takového problému může být způsoben jednak negativní odchylkou, kdy tížené očekávání není splněno, ale také odchylkou pozitivní, kdy je naopak ono očekávání překračováno. [10]

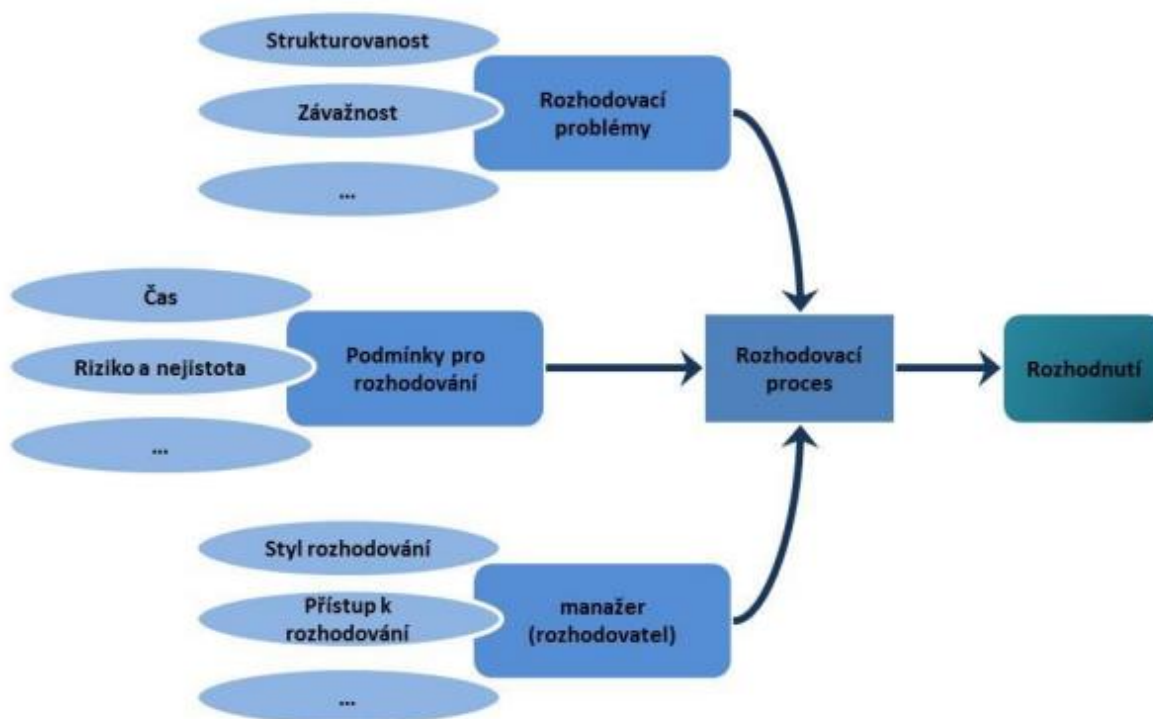
Nově vzniklý problém, u kterého by měl manažer najít způsob účinného a včasného rozhodnutí, musí být jednoznačně definován! Člověk, který za rozhodování problému zodpovídá, musí operativně vyhodnotit všechny dostupné informace, které jsou k dispozici v rámci manažerské funkce analyzování. Výsledkem je vytvoření rozhodovacího modelu situace, který má většinou verbální či popisnou podobu. Ovšem téměř ve všech etapách rozhodování se setkáváme s tím, že nemáme všechny potřebné informace k dispozici, nemohou pak vznikat modely rozhodovací situace a nazývat se jako „úplné“. V takových případech hovoříme o rozhodování v podmínkách rizika, nejistoty a neurčitosti. [2] [10]

2.3 Rozhodovací proces

Rozhodovací procesy jsou chápány jako procesy řešení rozhodovacích problémů, tj. problémů, které mají ve většině případů více variant řešení. Tyto procesy probíhají na základě analýzy informací a představují hledání a následný výběr nejvhodnější varianty řešení těchto problémů. Rozhodování a rozhodovací procesy jsou ovlivněny hned několika faktory. [4] [8]

Níže uvádím nejdůležitější z nich:

- charakter a závažnost posuzovaných problémů
- podmínky pro rozhodování – čas, míra rizika, míra nejistoty a neurčitosti
- osobnost rozhodovatele – jeho přístup k rozhodování, styl, zkušenosti apod.



Obrázek 1 Pohled na rozhodovací proces [20]

2.4 Etapy rozhodovacího procesu

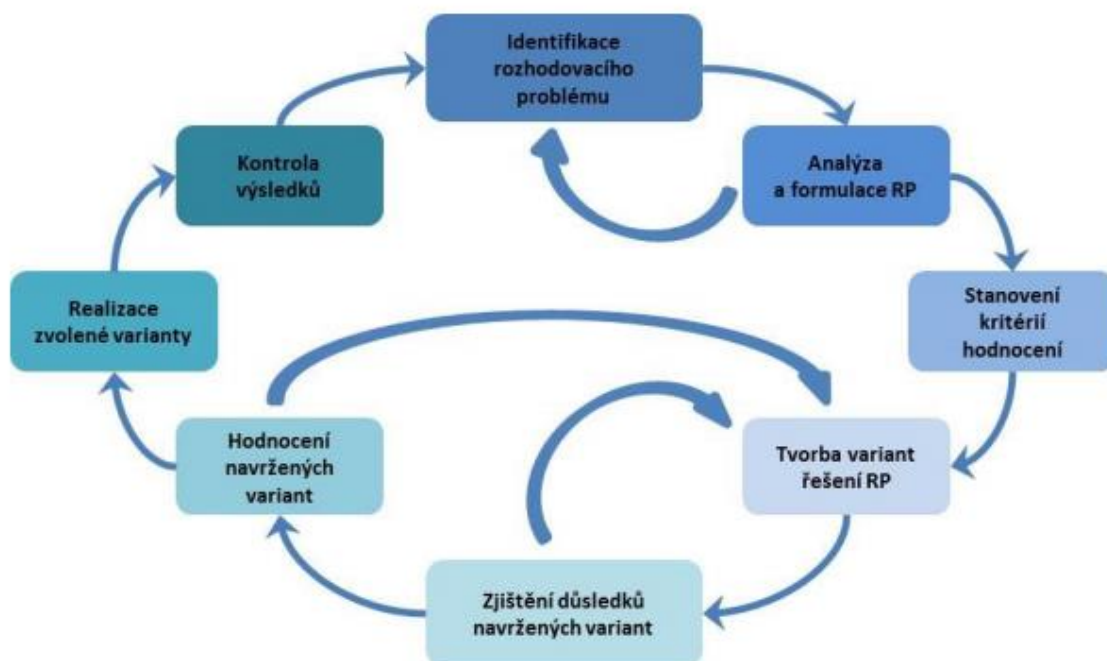
Každý rozhodovací proces probíhá v několika etapách. Počet etap (případně podetap) je především závislý na složitosti a povaze problému. Důležité je zachovat správné pořadí etap (pozdější se nemůže realizovat před dřívější). Dalším důležitým

aspektem je, aby jednotlivé etapy měly správné proporce, a aby každé etapě byla věnována maximální pozornost. [10]

Podle J. Fotra [4] jde o osm následujících etap:

1. Identifikace rozhodovacího problému
2. Analýza a formulace rozhodovacího problému
3. Stanovení kritérií pro hodnocení variant
4. Tvorba variant řešení rozhodovacího problému
5. Stanovení důsledků variant
6. Hodnocení výsledků variant
7. Realizace zvolené varianty
8. Kontrola výsledků realizované varianty

Jednotlivé etapy rozhodovacího procesu neprobíhají lineárně v přímém sledu, ale jejich průběh se většinou uvádí jako cyklus. Ten také narozdíl od přímého liniového pořadí umožňuje tzv. zpětnovazební charakter, kdy výstupy či nové informace vyvolají potřebu vrátit se zpět na některou z předchozích etap. [10]



Obrázek 2 Cyklický charakter rozhodovacího procesu [20]

2.5 Prvky rozhodovacího procesu

Mezi základní prvky každého rozhodovacího procesu patří:

- Objekt rozhodování
- Subjekt rozhodování
- Cíle rozhodování
- Kritéria rozhodování
- Měření kritérií

2.5.1 Objekt rozhodování

Objekt rozhodování charakterizuje a popisuje oblast, která je podrobena rozhodovacím procesům. Objektem rozhodování může být například: výrobní zařízení, situace ve výrobním podniku, výrobní program, finanční zajištění rozvoje firmy nebo technologické inovace. [4]

2.5.2 Subjekt rozhodování

Subjektem rozhodování, tj. rozhodovatelem se označuje osoba nebo skupina osob, která rozhoduje o možnosti určené k pozdější realizaci. Subjekty rozhodování můžeme rozdělit na dvě základní skupiny. Pokud rozhoduje pouze jedinec, pak toto rozhodování nazýváme individuální, naproti tomu rozhodování, která jsou učiněna více lidmi, tj. orgánem, nazýváme jako kolektivní. V manažerské praxi má kolektivní rozhodování mnoho podob, které jsou závislé na povaze a důležitosti rozhodovacího problému. Jedním příkladem může být rozhodnutí prováděné formou hlasování, kdy pro přijetí varianty postačuje souhlas třípětinové většiny, jindy se vyžaduje souhlas všech členů orgánu apod. [4] [10]

2.5.3 Cíle rozhodování

Cíl nebo cíle rozhodování jsou charakterizovány jako konečný stav rozhodovacího procesu, kterých má být dosaženo. Ovšem abychom na ně dosáhli, musíme zadaný problém zcela vyřešit. Při rozhodování nastane většinou více cílů, kterých má být dosaženo, problém je pak daleko složitější, tím spíše, když jsou v sobě jednotlivé cíle propojeny. [4]

Cíle můžeme vyjádřit různými podobami – nejčastěji se užívají podoby slovní a číselné. V rámci stanovování cílů si můžeme určit jejich jisté formy, myslí se tím například maximalizace nebo minimalizace či konkrétní hodnota u předem stanovené

veličiny. Rozhodování, které je prováděno ve strojírenském podniku, se bude zabírat především vývojem nové technologie, efektivitou využívání strojů a nástrojů, zvýšením výrobní kapacity nebo kvalitou práce. Důležité je, aby všechny vytyčené cíle byly měřitelné, kvantifikovatelné a časově určené. [4]

2.5.4 Kritéria rozhodování

Kritéria rozhodování jsou závazná hlediska, podle nichž provádí rozhodovatel volbu nejvhodnější varianty. Zároveň poskytují rozhodovateli posouzení výhodnosti jednotlivých variant rozhodování z hlediska dosažení či plnění dílčích cílů řešeného rozhodovacího procesu. Cíle řešení rozhodovacích procesů jsou stavebními kameny pro stanovování a odvozování kritérií hodnocení. Je zřejmé, že mezi cíli a kritérii v rozhodování je velmi těsný vztah, proto se doporučuje navrhovat jednotlivá kritéria v těsném sledu za vytyčenými cíli. [4] [5]

Cíle se mohou vytyčovat například takto: [4]

- maximalizace – např. zisku, rentability, tržby, efektivity
- minimalizace – např. nákladů, ztráty z osobní produkce, zmetkovitost
- dosažení určitých hodnot u některých důležitých ukazatelů

Při upatňování hodnotících kritérií je nezbytné, aby rozhodovatel pamatoval na to, že jednotlivá kritéria mohou být různě odlišná, zvláště tehdy, pokud se rozhoduje o složitém objektu nebo systému. Je třeba rozlišovat to, že kritéria mohou vyjadřovat buď číselnou nebo slovní skutečnost o posuzovaných variantách. Kritéria, která vyjadřují číselné hodnoty, se nazývají **kvantitativní kritéria**. Typickými příklady tohoto typu kritéria jsou: zisk, rentabilita kapitálu, čistá současná hodnota, čas potřebný k realizaci zakázky apod. Naproti tomu kritéria, která vyjadřují slovní charakter, se nazývají **kvalitativní kritéria**. Příklady kvalitativních kritérií nejsou obvykle tak jasně definované jako je tomu u kvantitativních kritérií. Mezi příklady těchto kritérií jistě patří: barva výrobku, dopad na jméno společnosti nebo ekologická zátěž investičních variant. [4] [5]

Hlavní přednosti kvantitativních kritérií před kvalitativními kritérii jsou: [4]

- jasná náplň (užívaná zejména pro kritéria ukazatelského typu)
- jednoznačný smysl pro rozhodovatele
- snadná měřitelnost

Kritéria rozhodování je možné rozčlenit podle typu na tři skupiny: [4] [9]

- První skupinu tvoří kritéria **výnosového typu**, což jsou kritéria, jejichž vyšší hodnoty rozhodovatel preferuje před nižšími hodnotami (“čím více, tím lépe”).
- Druhou skupinu tvoří **kritéria nákladového typu**, u kterých rozhodovatel preferuje nižší hodnoty před vyššími hodnotami (“čím více, tím hůře”).
- Třetí skupinou je **kombinace dvou výše uvedených**, kterou uvádí jen někteří autoři, v praxi se s tímto případem setkáme například při problematice oceňování výrobní haly, budov, stroje apod.

2.5.5 Měření kritérií

Měření kritérií velmi úzce souvisí s volbou kritérií. Hodnoty jednotlivých kritérií mohou být vyjadřovány různě, v závislosti na typu kritéria a typu objektu rozhodování. Například je můžeme vyjadřovat číselně u počtu zákazníků, bodově při hodnocení produktu nebo také slovně použitím slov „vhodný“ a „nevhodný“. [8] [9]

Rozlišujeme měření:

- nominální měření
- ordinální měření
- kardinální měření
- absolutní měření

Kvantitativní měření jsou převážně typu kardinálního a absolutního naproti tomu kvalitativní měření je založeno na principech nominálního měření a ordinálního měření.

Nominální měření

Nominální měření má ze všech ostatních typů nejmenší informační úroveň. Zároveň je nejméně náročné na potřebu informací, nemusí jich být zde mnoho. Toto měření v podstatě představuje třídění množiny do jednotlivých podmnožin, tyto podmnožiny jsou označeny jmény a k těmto skupinám jsou přiřazeny číselné znaky. Ovšem přiřazený číselný znak není reálné číslo, tudíž s ním nemůžeme provádět žádné matematické operace. Konkrétním příkladem může být rozdělení společnosti na jednotlivé pracovní profese. Ve strojírenství to bude například konstruktér/ technolog/ soustružník. Řadíme

sem i skupiny mající výsledek typu ano x ne nebo +; -. Příkladem této skutečnosti mohou být dobře vyrobené komponenty x špatně vyrobené komponenty, kterým se někdy říká „zmetky“. [8] [9]

Ordinální měření

U ordinálního měření se vychází ze srovnání, na jehož základě se stanoví pořadí. Podle dosaženého pořadí se přiřadí číselný znak. Čím větší číselný znak, tím větší míra užitku. Ovšem hodnota číselného znaku jasně neurčuje, kolikrát je onen užitek větší. Díky tomuto nedostatku se tento typ měření užívá pouze tam, kde získaná data nelze přesně změřit. Příkladem může být hodnocení povrchové úpravy tří výrobků A, B, C. Kde výrobek A má lepší povrchovou úpravu než výrobek B a současně výrobek B má lepší povrchovou úpravu než výrobek C. Tento typ úlohy můžeme zapsat takto: $A \rightarrow B \rightarrow C$. [8] [9]

Kardinální měření

Kardinální měření je poměrně přesné měření, které lze charakterizovat a popisovat reálnou funkcí. Toto měření se dělí na tři základní skupiny. První skupina se nazývá **intervalové měření** (s libovolnou nulou a libovolnou měrnou jednotkou), příkladem jsou stupně teploty Celsiovi stupnice. Druhá skupina má název **poměrové** (s přirozenou nulou a libovolnou měrnou jednotkou), příkladem tohoto typu je délka v (km, m, yardy, palce...) nebo spotřeba paliva v (l/100km, mpg,...). Třetí skupina se nazývá **poměrové měření aditivní** a obvykle se popisuje v dvou krocích, které se týkají problematiky užitků. Toto měření na rozdíl od měření předcházejících snese jakékoli matematické operace. [8] [9]

Absolutní měření

Absolutní měření je ze všech uvedených typů měření jednoznačně nejpřesnější. Toto měření je charakterizováno a popisováno přirozenou nulou a jedinou měrnou jednotkou. Příkladem tohoto měření je počet vyrobených součástek nebo počet lidí v podniku. [8] [9]

2.6 Racionalita rozhodování

Racionalita rozhodování, která je některými autory nazývána také jako kvalita rozhodování je jedním ze základních termínů v teorii manažerského rozhodování. Je zcela

zásadní zejména pro své praktické dopady, ovlivňuje značným způsobem situace jako je efektivnost fungování, hospodaření a budoucí prosperitu výrobních podniků i jiných organizací. Racionálním rozhodováním se rozumí takové rozhodování, které je cíleně zaměřeno na dosažení stanoveného cíle. Toto rozhodování je plánované, připravované, uvědomělé a hlavně je založeno na posuzování vnějšího okolí subjektu i důsledků volby strategie rozhodování. [4] [8]

V manažerské praxi je běžné, že rozhodovací procesy, které by měly být racionální, často obsahují v jistých případech prvky neracionálního rozhodování. Mezi takové prvky patří zejména: [9]

- tradiční jednání – jednání a rozhodování podle tradice
- instinktivní jednání – je založeno na instinktu a okamžitých emocích
- náhodné jednání – je ovlivněno především náhodami

Racionalita rozhodování při řízení technicko-ekonomických problémů a soustav vychází z následujících předpokladů: [9]

- rozhodovatel má k dispozici velké množství podkladů nebo informací, které zobrazují objektivně rozhodovací situaci
- rozhodovatel zná přesné a úplné předpovědi důsledků volby jednotlivých variant řešení

2.7 Role zkušenosti a intuice v rozhodování

Intuice a zkušenosti manažera hrají při řešení rozhodovacích problémů velmi významnou roli. Existují dva krajní přístupy, jak manažeři mohou přistupovat k řešení problémů. První skupina se spoléhá více na svoji intuici a zkušenosti, naopak druhá skupina více věří výsledkům přesných matematických modelů a metodám. Ani jeden z přístupů není zcela ideální, protože mohou přinést zavádějící a nepřesná rozhodnutí. Proto je vhodné vyvážit obě tyto složky a vytvořit vhodnou kombinaci, tzn. zasadit zkušenosti a intuici do racionálního a systematického řešení, které je podpořeno matematickými metodami a modely. [4]

3 Úvod do vícekriteriálního rozhodování

3.1 Standardní postup při vícekriteriálním rozhodování

3.1.1 Důkladná analýza rozhodovací situace

V rámci této analýzy je nezbytné prozkoumat a dostatečně popsat současný stav, tj. jednoznačně vymezit podmínky, za kterých se rozhodujeme a jednoznačně stanovit zdroje, které máme při řešení problému k dispozici (finanční limity, technické prostředky – stroje, zařízení, lidské zdroje a časová linie). Do této analýzy je potřeba zahrnout jednoznačné vymezení hranic zkoumaného problému a také míru podrobnosti, ve které problém zkoumáme. [7]

3.1.2 Stanovení globálního cíle a jeho dekompozice

Stanovení globálního cíle, tedy toho, čeho chceme rozhodnutím dosáhnout následuje v těsném sledu za analýzou rozhodovací situace. Každý globální cíl bývá stanovován většinou obecně, dekomponován na dílčí cíle bývá až ve druhé fázi. Při postupné dekompozici cílů musíme dbát na jejich soulad, úplnost a dále nesmíme dopustit tzv. duplicitu cílů, kdy je jeden z dílčích cílů součástí jiného dílčího cíle. Stanovované cíle mají různý charakter, ten je většinou závislý na povaze problému. V manažerském rozhodování v praxi se obvykle setkáváme s následujícími typy cílů: ekonomické, technické, estetické, časové či sociální. [7]

3.1.3 Určení kritérií pro rozhodování

Volba kritéria je pro samotné rozhodování velice důležitá, tudíž by měla vycházet z cílů, zájmů a předmětu rozhodování. Vybraná kritéria slouží k posouzení vhodnosti jednotlivých variant rozhodování. Kritéria musí být volena tak, aby byla jednoznačně určena a také aby byla nezávislá. Měla by obsahovat všechna hlediska výběru a nemělo by jich být příliš mnoho, pak by se totiž problém mohl stát nepřehledným a těžko řešitelným. Kritéria mohou mít různou povahu, mohou být vyjádřena jak kvalitativně, tak i kvantitativně. [3]

Výběr kritérií jistě závisí na předmětu podnikání společnosti, na velikosti podniku, na současné pozici na trhu, na výrobních procesech, na ekonomické situaci apod. Volbě kritéria je třeba věnovat náležitou pozornost, její důležitost je zřejmá. Ze seznamu kritérií by měla být vyřazena ta, o nichž nejsou hodnotitelé dostatečně přesvědčeni hlavně

z hlediska důležitosti nebo také proto, že se hodnoty příslušných variant mění pouze nepatrně. [3]

3.1.4 Stanovení důležitosti kritérií

Stanovení důležitosti vah kritérií pro většinu rozhodovacích procesů můžeme učinit hned několika metodami. Tyto metody se od sebe liší především svojí složitostí. Tento fakt se projevuje zejména ve dvou úrovních, jednak ve srozumitelnosti pro uživatele a také v náročnosti na typu informací. Informace a data je potřeba pro stanovení vah od rozhodovatele získat včas, protože většina metod vícekritériálního rozhodování vyžaduje váhy jako vstupní hodnoty. [4] [7]

3.1.5 Výběr hodnotící metody

Výběr hodnotící metody závisí na celé řadě hledisek, mezi ty nejdůležitější patří: povaha a složitost rozhodovacího problému, objekty rozhodování, know how, zdroje – hmotné, nehmotné, finanční i lidské. Autoři uvádějící ve svých knihách obvykle desítky metod, jak pro stanovení důležitosti vah, tak metody pro stanovení pořadí variant. Jednotlivé metody můžeme rozdělit do třech skupin a to na: **jednoduché**, ty lze bez problémů realizovat „na papíře“ s kalkulačkou, dále **středně obtížné**, které už vyžadují tabulkový editor nebo jiný software a třetí skupinou jsou **složité metody**, které jsou bez příslušného programového vybavení nerealizovatelné. [7]

3.1.6 Výpočet a analýza výsledků

Při výpočtu aplikujeme vybranou metodu vícekritériálního rozhodování na hodnoty vah kritérií, které byly stanoveny v bodě 3.1.4. Pokud je řešení rozhodovacího procesu s velkou závažností důsledků pro delší časové období, je nezbytné v rámci výpočtů provést citlivostní analýzu. Citlivostní analýza může vypadat různě. Často bývá citlivostní analýza řešena tím způsobem, že se výpočet provede různými metodami vícekritériálního rozhodování, avšak někdy mohou být výsledky zkreslené, zejména tehdy, pokud se při citlivostní analýze použijí základní metody. [4] [7]

Výsledky výpočtů (případně výsledky citlivostní analýzy) je třeba podrobit souhrnné analýze, ze které pak učiníme odpovídající závěry. Při porovnávání výsledků rozhodovacího problému pomocí několika metod je třeba vždy pozorně sledovat umístění jednotlivých variant. Pokud jsou totiž pořadí variant u jednotlivých metod výrazně odlišná, je třeba hledat možnou příčinu odlišnosti výsledků. Prostřednictvím ní bychom se následně měli přiklonit k výsledkům jen některých metod. [7]

3.1.7 Rozhodnutí

Rozhodnutí bývá poslední a jedna z nejdůležitějších částí rozhodovacího procesu. Proces rozhodnutí může přijít až ve chvíli, kdy má manažer k dispozici kvalifikované podklady. Ovšem tíha vlastního rozhodnutí zůstává na manažerovi podniku. Nově vytvořený matematický model nemůže za manažera nikdy rozhodnout, v praxi bývá většinou využíván jako podpora v rozhodování. [7]

4 Metody stanovení vah důležitosti

4.1 Metoda pořadí

Metoda pořadí vyžaduje pouze ordinální informaci, což znamená, že jsou stanoveny váhy jednotlivých kritérií podle důležitosti. Experti seřadí vždy jednotlivá kritéria od nejdůležitějšího k nejméně důležitému. Jednotlivá hodnocení kritérií se provádějí následujícím způsobem. Nejlepší kritérium expert ohodnotí číslem p (p = počet variant), následně hodnotí v pořadí druhé nejlepší kritérium číslem $p-1$ atd., až po nejméně důležité kritérium, které dostane 1 bod. [1]

Váhu každého z uvažovaných kritérií určíme tak, že sečteme body od expertů pro každé kritérium k (k = počet kritérií) zvlášť a dílčí výsledky vydělíme celkovým počtem bodů, které rozdělili experti mezi všechna kritéria. Pro kontrolu se doporučuje spočítat sumu vah všech kritérií, která musí být rovna 1. Je-li obecně i -té kritérium ohodnoceno číslem b_i , vypočítá se jeho váha podle rovnice (4.1). [1]

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^k b_i} \quad (4.1)$$

4.2 Bodovací metoda

Před samotným výpočtem vah kritérií se doporučuje začít s vytvořením bodovací stupnice (obvykle užíváme stupnice od 0 do 10 bodů), kde 0 představuje nejhorší možné hodnocení a 10 naopak nejlepší možný výsledek. Následně pověřený expert ohodnotí jednotlivá kritéria. V této metodě je navíc možné, aby expert ohodnotil stejnou bodovou hodnotou více kritérií. U metody bodovací je navíc vhodné uvažovat i velký počet kritérií oproti metodě pořadí. Výpočet vah se z bodového hodnocení provede stejně jako v metodě pořadí. Výsledná váha důležitosti p_r r -tého kritéria podle všech vybraných expertů q a za pomoci dílčí váhy důležitosti p_{er} je dána vztahem (4.2). [1] [10]

$$p_r = \frac{\sum_{e=1}^q p_{er}}{q} \quad (4.2)$$

4.3 Metoda párového srovnání

Metoda párového srovnání je založena na tom, že každý vybraný expert (celkem je pověřeno hodnotit q expertů) provádí srovnání kritérií po dvojicích. Pro každého experta se vyhotoví tabulka, kde posuzuje každé kritérium uvedené v r -tém řádku společně s každým kritériem uvedeným v k -tém sloupci. [10]

$$r = 1, 2, \dots, s; k = 1, 2, \dots, s; r \neq k$$

Hodnotí-li e -tý expert kritérium uvedené v r -tém řádku za důležitější než kritérium uvedené v k -tém sloupci, zapíše do políčka ležícího na průsečíku r -tého řádku a k -tého sloupce číslo 1, v opačném případě 0. Součtem hodnot v r -tém řádku e -té tabulky se dostane číslo u_{er} , které udává, před kolika kritérii je r -té kritérium považováno e -tým expertem za významnější. Výsledná váha důležitosti r -tého kritéria se určí na základě vztahu (4.3). [10]

$$p_r = \frac{\sum_{e=1}^q u_{er}}{\sum_{r=1}^s \sum_{e=1}^q u_{er}} \quad (4.3)$$

q = počet expertů

s = počet kritérií

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

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

4.4 Saatyho metoda

Saatyho metoda slouží pro určení vah kritérií, kde ji hodnotí přizvaní experti. Tuto metodu řadíme do tzv. kvantitativního párového srovnání kritérií. Saatyho metoda pro stanovení vah kritérií omezení metody párového srovnání odstraňuje a lze ji rozdělit do dvou kroků. První krok je zjištění preferenčních vztahů a ve druhém kroku se stanovují váhy kritérií. V prvním kroku se postupuje analogicky jako při metodě párového srovnání, kdy se opět zjišťují **preferenční vztahy dvojic**. Na rozdíl od metody párového srovnání, Saatyho metoda umožňuje kromě určení směru preference také **velikost této preference**. Ta se vyjadřuje určitým počtem bodů, které se stanoví z bodové Saatyho

stupnice. Při utváření párových srovnání se obvykle používá devítibodová stupnice, kde se liché číslce užívají jako stupně (používají se přednostně) a sudé číslce jako mezistupně (používají se výjimečně). [1] [4] [6]

Saatym doporučená bodová stupnice s deskriptory je uvedna v Tabulce 1.

Tabulka 1 Saatym doporučená bodovací stupnice [4]

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

Výsledky porovnání dvojice kritérií a velikost preferencí i -tého kritéria před j -tým zapíše expert do Saatyho matice. Mimo jiné na hlavní diagonále Saatyho matice jsou samé jedničky, protože každé kritérium je samo sobě rovnocenné. [1]

Pro každé kritérium se vypočítá geometrický průměr b_i čísel s_{ij} podle rovnice (4.4).

$$b_i = k \sqrt{\prod_{j=1}^k s_{ij}} \quad (4.4)$$

s_{ij} ... čísla preferencí v Saatyho matici

k = počet kritérií

Váhy v_i se z těchto hodnot vypočítají tak, že se tyto hodnoty vydělí svým součtem, protože platí, že suma vah musí být rovna 1. Výpočtový vztah uvádí rovnice (4.5).

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^k b_i} \quad (4.5)$$

5 Metody agregace hodnotících kritérií

5.1 Metoda pořadové funkce

Metoda pořadové funkce je založená na určení pořadí variant podle jednotlivých kritérií. V první fázi řešení se stanoví pro každé r -té kritérium příslušná pořadová funkce. Pravidlo volby říká, že nejnižší hodnota je přiřazena nejnižše hodnocené variantě, druhá nejnižší hodnota je přisouzena pořadové funkci s hodnotou 2 a tímto trendem se dostaneme na hodnotu nejvyšší, které je přiřazena pořadová funkce s nejvyšší hodnotou. V případě, že dojde u některých variant ke shodě, pak by jim mělo být přisouzeno stejné hodnocení. Hlavní nevýhoda této metody je, že vychází pouze z pořadí variant, vzhledem k daným kritériím. Z toho dále vyplývá, že metoda pořadové funkce neodráží rozdíly mezi hodnotami kritérií. Díky této skutečnosti se doporučuje použít tuto metodu pouze na hodnocení kvalitativních kritérií. V ostatních případech lze tuto metodu považovat za orientační nebo doplňkovou. [1] [10]

Výsledné agregované kritérium t -té varianty je dáno rovnicí (5.1).

$$w_t = \sum_{r=1}^s v_r \cdot g_r(x_t) \quad (5.1)$$

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

kde,

v_r ... váha důležitosti r – tého kritéria

$g_r(x_t)$... hodnota pořadové funkce r – tého kritéria t – té varianty

s ... počet kritérií

v ... počet variant

5.2 Metoda bodovací

Tato metoda je v praktických aplikacích používána velmi často. Základním kamenem pro řešení stanovení pořadí variant pomocí bodovací metody je vhodná volba stupnice. Většinou se používá pětibodová (někdy i desetibodová). Volba bodovací stupnice nepochybně ovlivňuje kvalitu samotného rozhodování, špatné určení stupnice může znamenat zavádějící nebo nepřesný výsledek rozhodování. Důležité je pamatovat na to, že stanovená bodovací stupnice musí být fixní a neměnná u všech hodnotících kritérií. [10]

U metod agregace musíme při řešení jasně stanovit, zda je dané kritérium nákladového charakteru nebo naopak výnosového charakteru. Tato skutečnost hraje totiž významnou roli při přidělování bodů, kdy větší počet bodů odpovídá větším výnosům nebo nižším nákladům nebo vyjadřuje větší preferenci. Na základě zvolené stupnice jsou jednotlivé varianty obodovány podle posuzovaných kritérií a výsledné agregované kritérium t -té varianty se určí jako vážený součet následujícím způsobem podle rovnice (5.2). [1] [10]

$$w_t = \sum_{r=1}^s p_r \cdot b_{tr} \quad (5.2)$$

p_r = váha důležitosti r – tého kritéria

b_{tr} = počet bodů přiřazených t – té variantě podle r – tého kritéria

s = počet kritérií

v = počet variant

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

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

5.3 Metoda bazická

Metodu bazickou používáme výhradně pro agregaci kvantifikovaných kritérií. Při použití této metody srovnáváme vždy všechny varianty s variantou základní (bazickou). Této variantě bazické se říká také báze a je úplně jedno, která z variant bude zvolena jako

báze, výsledek bude vždy stejný. Některé literatury uvádí více možností, jak zvolit bázi, já (pokud není uvedeno jinak) volím vždy variantu V_1 jako bazickou hlavně kvůli přehlednosti ve výsledkové tabulce. [10]

Nespornou výhodou této metody je neznehodnocování přesného měření hodnotících kritérií. Užití této metody je pak přínosné pro hodnocení variant vzhledem k souboru kvantitativních kritérií. I v této metodě agregace musíme jasně předem stanovit, jestli je dané kritérium výnosového nebo nákladového typu. [13]

Jednotlivá hodnocení variant, vzhledem ke kritériím výnosového typu se určí podle vztahu (5.3).

$$h_{tr} = \frac{H_{tr}}{H_{zr}} \quad (5.3)$$

Z výše uvedeného vyplývá, že kritéria nákladového typu se určí podle (5.4) takto:

$$h_{tr} = \frac{H_{zr}}{H_{tr}} \quad (5.4)$$

pro $t = 1, 2, \dots, v$; $r = 1, 2, \dots, s$; $z \neq t$

kde,

H_{tr} ... hodnota r – tého kritéria, přiřazená t – té variantě

H_{zr} ... hodnota r – tého kritéria, přiřazená bazické variantě

s ... počet kritérií

v ... počet variant

Celkové hodnocení variant dostaneme následným porovnáním vážených součtů w_t z (5.5).

$$w_t = \sum_{r=1}^s p_r \cdot h_{tr} \quad (5.5)$$

p_r = váha důležitosti r – tého kritéria

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

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

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

6 Analytická část

6.1 Představení společnosti CNC Voborník, s.r.o.

Společnost „CNC Voborník, s.r.o.“ je malá rodinná firma, která byla ještě původně pod názvem „Voborník“ založena během roku 1994 v Jaroměři – Josefově. Zprvu byla předmětem podnikání jednoduchá kovovýroba na konvenčních strojích. Postupem času se její působnost a potenciál rozšířil hned v mnoha směrech, od využívání CNC obráběcích center přes výrobní portfolio, přes nové a větší výrobní prostory až po samotný prodej a komunikaci se zahraničními odběrateli. [11]

Společnost se v současné době kromě jednoduché kovovýroby zabývá přesným třískovým obráběním rotačních a kubických dílců a také výrobou forem. Jednotlivé produkty je možné využít v nejrůznějších oborech lidské činnosti, hlavními příklady jsou komponenty pro jednoúčelové stroje, díly pro robotizované linky či lisovací a vstřikovací formy. Firma zaměstnává vedoucího výroby, tým frézařů, dva soustružníky, účetní, pracovníka, který zajišťuje dělení materiálu, a pracovníka, který má na starost expedici a gravírování. Povrchové úpravy, zejména černění, kalení a cementování zajišťuje společnost u odborných firem. [11]

Obrázek 3 Ukázka produktů společnosti [11]



6.2 Charakteristika magnetických upínačů

Magnetické upínače se používají především na upínání feromagnetických obrobků na soustruzích, frézkách, bruskách a hoblovkách. Další jejich významná funkce je užití při manipulaci s feromagnetickým materiálem, kde slouží jako nosná nebo přídržná zařízení. Magnetické upínače jsou v dnešní době často využívány, oproti mechanickým, hydraulickým či pneumatickým upínačům mají řadu výhod a vylepšení. [21]

Volba magnetických upínačů se před ostatními upřednostňuje především díky: [19]

- Rovnoměrnému rozdělení upínací síly na celou upínací plochu
- Rychlosti při obrábění
- Přístupnosti k obrobku
- Vysoké přesnosti paralelních ploch
- Zredukování přípravného času
- Bezpečnému upínání nerovných obrobků
- Možnosti obrábění až z 5-ti stran
- Vrtání průchozích děr
- Tuhému upnutí bez vibrací
- Časově dostupnému řešení
- Vhodnosti jak pro sériovou tak kusovou výrobu

Magnetické upínače lze rozdělit na tři skupiny a to na: [21]

- Permanentní magnetický upínač
- Elektromagnetický upínač
- Elektropermanentní magnetický upínač

Permanentní magnetický upínač

Princip, jakým celé magnetické upínání funguje je v tom, že uvnitř upínače jsou permanentní neodymové magnety. Tyto magnety vytváří nad upínačem magnetické pole, prostřednictvím něhož se obrobek v upínači udrží. Zařízení je ovládáno ručně, zapínání a vypínání se provádí za pomoci pákového ovladače. Ve chvíli, kdy je upínač vypnutý, tak je magnetické pole uzavřené uvnitř upínače. Ovšem při zapnutí dochází k nasměrování magnetického pole přes tzv. pólovou desku do upnutého obrobku. Hlavní výhodou tohoto typu je, že zde nedochází k zahřívání magnetů. Na druhou stranu má také jednu

obrovskou nevýhodu a to tu, že některé vyjmuté obrobky z upínače obsahují zbytkový magnetismus, který je třeba ihned odmagnetovat. [21]

Elektromagnetický upínač

V případě tohoto elektromagnetického upínače vytváří magnetické pole cívky, které jsou elektromagnetem, a které jsou napájené stejnosměrným proudem. Hlavním nedokonalostí a nedostatkem je fakt, že je přímo závislý na vnějším zdroji energie. Pokud dojde k odpojení elektrického proudu, magnetické pole okamžitě začne zanikat a zároveň dojde k poklesu magnetické síly. Díky tomu může být tento systém opravdu nebezpečný. [21]

Elektropermanentní magnetický upínač

Elektropermanentní magnetické upínače jsou předmětem rozhodování v této práci. Jak už plyne z názvu, tak tento upínač dává dohromady výhody a přednosti výše uvedených typů upínačů. Magnetický obvod tvoří v tomto případě permanentní magnety a soustava cívek. Soustava cívek společně s řídicí elektronikou zajišťují zapínání a vypínání desky. Elektropermanentní magnetické upínače jsou oproti ostatním upínačům opravdu velmi bezpečné. Pokud by došlo k výpadku elektrické energie, tak obrobek bude díky přítomnosti neodymovému magnetu držet a nehrozí tak odpadnutí. [21]

6.3 Představení vybraných variant

Z poměrně široké nabídky magnetických upínacích systémů byly po konzultaci s vedením společnosti vybrány právě čtyři varianty elektropermanentních magnetických upínačů. Společnost má již zkušenost s užíváním těchto typů magnetů a v této fázi se rozhoduje pro výběr a nákup dalšího magnetu, který splňuje požadované rozměry, má odpovídající konstrukční vlastnosti a splňuje i mnoho dalších požadavků. Společnost používá tyto upínače výhradně na vertikální frézování. Představení a bližší specifikace vybraných variant je součástí následujících podkapitol.

6.3.1 Specifikace V1 – Elektropermanentní upínač SPIDER SM5306 [14]

- Výrobce: SELOS Bohemia, s.r.o.
- Dodavatel: SELOS Bohemia, s.r.o.
- Cena s DPH: 94 431 Kč
- Rozměry: 654 x 300 x 55 [mm]
- Obsahuje čtvercové póly 50 x 50 [mm]
- Hmotnost: 77 kg
- Vodotěsná konstrukce upínače
- Magnetická deska rozdělená na dvě části – možnost i nezávislého ovládání
- Možnost spojovat desky do sestav
- Upínací síla je 14 kg/cm²
- Napájení řídicí jednotky je 230 VAC, 50 Hz
- Možnost ovládání přes PLC
- Možnost obrábění z 5 stran na 1 upnutí
- Doba dodání: 3 týdny
- Příslušenství: Potřebné kabely (2x), pólové nástavce, pólové desky
- Součástí dodávky je: řídicí jednotka a dálkový ovladač

Obrázek 4 Elektropermanentní magnetický upínač SPIDER SM5306 [14]



6.3.2 Specifikace V2 – Elektropermanentní upínač VPE – 2540 [15] [16]

- Výrobce: VERTEX MACHINERY WORKS CO., LTD.
- Dodavatel: VABEX, s.r.o.
- Cena s DPH: 73 084 Kč
- Rozměry: 430 x 240 x 70 [mm]
- Obsahuje čtvercové póly 50 x 50 [mm]
- Hmotnost: 70 kg
- Počet pólů: 18
- Vodotěsná konstrukce upínače
- Zajištění vyšších magnetických a mechanických výkonů
- Geometrická stabilita sklíčidla
- Zcela nezávislé na externím napájecím zdroji při držení obrobku
- Neexistuje žádné riziko při výpadku napájení
- Upínací síla: 10 kg/cm²
- Napájení řídicí jednotky je 230 VAC, 50 Hz
- Možnost obrábění z 5 stran na 1 upnutí
- Doba dodání: 4 týdny
- Příslušenství: Potřebné kabely (2x), pólové nástavce, pólové desky
- Součástí dodávky je: řídicí jednotka a dálkový ovladač

Obrázek 5 Elektropermanentní magnetický upínač VPE – 2540 [16]



6.3.3 Specifikace V3 – Elektropermanentní upínač TURBOMILL 50SQ – 1 [17]

- Výrobce: WALMAG MAGNETICS, s.r.o.
- Dodavatel: SOLLAU, s.r.o.
- Cena s DPH: 86 547 Kč
- Rozměry: 600 x 300 x 43 [mm]
- Obsahuje čtvercové póly 50 x 50 [mm]
- Hmotnost: 83 kg
- Vodotěsná konstrukce upínače
- Kompenzovaný, vysoce výkonný magnetický systém
- Vhodný spíše pro drsnější a nerovnoměrné dílce
- Optimální výška konstrukce
- Upínací síla: 15,5 kg/cm²
- Napájení řídicí jednotky je STD 400 V AC
- Obrábění z 5 stran na 1 upnutí
- Možnost vrtat velké formy, odlitky, bloky
- Doba dodání: 5 týdnů
- Příslušenství: rychlokonektor, dorazy ze dvou stran, kabely, 4 upínky pro desku
- Doplnky: Jiné umístění vývodu, otvory pro pólové nástavce, jiné vstupní napětí

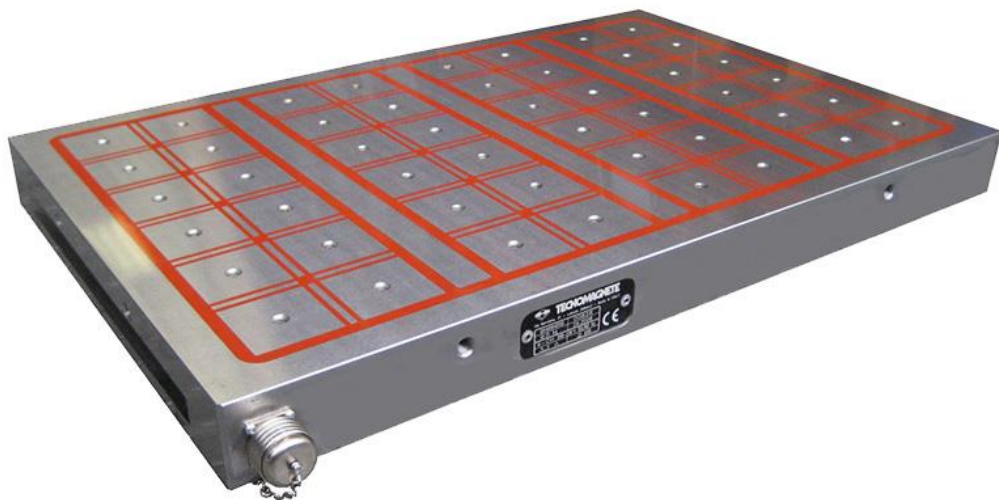
Obrázek 6 Elektropermanentní magnetický upínač TURBOMILL 50SG – 1 [17]



6.3.4 Specifikace V4 – Elektropermanentní upínač QX 406 UP 62 [18] [19]

- Výrobce: Tecnomagnete S.p.A.
- Dodavatel: MAG Centrum, s.r.o.
- Cena s DPH: 111 465 Kč
- Rozměry: 600 x 400 x 51 [mm]
- Obsahuje čtvercové póly 62 x 62 [mm]
- Hmotnost: 75 kg
- Samovyrovňovací systém
- Tloušťka desky pouhých 51 mm
- Vodotěsná konstrukce upínače
- Zcela nezávislé na externím napájecím zdroji při držení obrobku
- Neexistuje žádné riziko při výpadku napájení
- Upínací síla: 16 kg/cm²
- Obrábění z 5 stran na 1 upnutí
- Úspora upínacích časů, 100% bezpečnost upnutí
- Opracování je plně optimalizováno pro obráběcí stroj
- Doba dodání: 3 týdny
- Ovládací jednotka ST200 (v ceně magnetu)
- Příslušenství: rychlokonektor, dorazy ze dvou stran, kabely, 4 upínky pro desku

Obrázek 7 Elektropermanentní magnetický upínač QX 406 UP 62 [18]



6.4 Stanovení hodnotících kritérií

V této části práce jsou uvedena kritéria, podle kterých budou rozhodovací problém experti posuzovat. Kritéria byla vybírána tak, aby splňovala požadavky kladené na tento typ produktů. V tomto případě jsou zde zastoupena jednak technická kritéria, ekonomický ukazatel v podobě ceny včetně DPH a také doba dodání, kterou zajišťuje buď výrobce nebo smluvní dodavatel sídlící na území České republiky.

6.4.1 Cena včetně DPH

Jedná se o jedno z nejdůležitějších kritérií při výběru optimální varianty vůbec. Toto kritérium je nákladového typu a je součástí snad všech analýz v rámci vícekritériálního rozhodování. Veškeré pořizovací náklady včetně DPH se budou pohybovat v řádech několika desetitisíců, v případě některých variant dokonce přesáhnou hodnotu sta tisíc korun, což už je poměrně značně vynaložená částka a je tak potřeba tomuto kritériu věnovat velkou pozornost, což se jistě projeví při stanovování vah důležitosti.

6.4.2 Upínací síla

Upínací síla je jistě nejdůležitější technické kritérium v rámci hodnocení elektropermanentních magnetických upínacích systémů. Toto kritérium je výnosového typu. Zajišťuje dokonalou stabilitu s celoplošným upnutím na obrobek – magnetickou desku – stůl obráběcího stroje. Větší upínací síly snadněji eliminují všechny možné vibrace, otřesy a deformace způsobené běžným mechanickým upínáním. Díky odstranění veškerých nežádoucích faktorů lze dosáhnout vyšší kvality povrchu, větší přesnosti a optimální rychlosti obrábění s nižším opotřebením stroje a nástrojů.

6.4.3 Hmotnost desky

Hmotnost magnetických desek se v těchto případech pohybuje od 70 kg do 85 kg. Jedná se o kritérium nákladového typu. Toto kritérium je důležité zejména z hlediska manipulace a instalace. Magnetická deska musí mít na pracovišti své stálé místo, mělo by to být v blízkosti stroje. Přenos by měl být co nejméně náročný vzhledem ke hmotnosti desky a v tomto případě ho zajistí dva zaměstnanci společnosti. Bezpečná manipulace, dostatek pracovního prostoru a bezpečnost práce jsou základními prioritami společnosti.

6.4.4 Výška desky

Optimální výška magnetické desky je nákladový typ kritéria. Jde o velmi důležitou konstrukční vlastnost, která může výrazným způsobem usnadnit jednak manipulaci, způsob upínání, ale i samotný výrobní proces.

6.4.5 Doba dodání

Doba dodání je nákladový typ kritéria. Toto kritérium je důležité zejména pro plánování výrobních procesů. Prodleva v dodání může způsobit komplikace s dodržáním termínu zakázky. Případné prodlevy s dodáním nebo servisem by měla mít společnost ošetřena různými sankcemi směrem k dodavatelům magnetických upínacích systémů.

6.5 Stanovení váhy důležitosti hodnotících kritérií [13]

6.5.1 Uplatnění metody pořadí

U metody pořadí každý expert seřadí nabízená kritéria: cena, upínací síla, výška desky, hmotnost desky, doba dodání od nejvýznamějšího po nejméně významné kritérium. Takto uspořádaným kritériím přiřadí váhy. Protože se zde experti rozhodují mezi pěti kritérii, tak nejvyšší váha má hodnu právě pět. Vyhodnocení expertů blíže uvádí Tabulka 2.

Tabulka 2 Vyhodnocení expertů – metoda pořadí

Metoda pořadí		Kritéria				
		K1	K2	K3	K4	K5
		cena	upínací síla	výška desky	hmotnost	doba dodání
		[Kč]	[kg/cm ²]	[mm]	[kg]	[týdny]
Experti	E1	5	4	2	3	1
	E2	4	5	3	2	1
	E3	5	3	1	4	2
	E4	3	5	2	4	1

V následující fázi je potřeba stanovit hodnoty vah jednotlivých kritérií. Celkový počet bodů přiřazený všem kritériím činí 15. Váha kritéria se pak vypočítá jako podíl bodů přiřazených kritériu ku celkovému počtu přiřazených bodů. Niže je uveden výpočet této situace v rovnici (6.1)

$$\omega_1 = \frac{18}{60} = 0,300 \quad (6.1)$$

Přehled bodů jednotlivých kritérií, váhy kritérií a následné pořadí kritérií uvádí Tabulka 3.

Tabulka 3 Výpočet vah důležitosti u metody pořadí

Metoda pořadí		Kritéria					Σ
		K1	K2	K3	K4	K5	
		cena	upínací síla	výška desky	hmotnost	doba dodání	
		[Kč]	[kg/cm ²]	[mm]	[kg]	[týdny]	
Experti	E1	5	4	2	3	1	15
	E2	4	5	3	2	1	15
	E3	5	3	1	4	2	15
	E4	4	5	2	3	1	15
Σ		18	17	8	12	5	60
Váha daného kritéria		0,300	0,283	0,133	0,200	0,083	1
Pořadí kritérií		1.	2.	4.	3.	5.	

6.5.2 Uplatnění metody bodovací

Při bodovací metodě pověření experti ohodnotili jednotlivá kritéria přiřazením bodů z desetibodové stupnice. V této stupnici má 10 bodů největší preferenci a 1 bod nejmenší preferenci. V této metodě mohou nastat shodná bodová ohodnocení, tím je tak bodovací metoda přesnější oproti metodě pořadí, kde se vychází pouze z porovnání významnosti jednotlivých kritérií. Udělené body jednotlivými experty uvádí Tabulka 4.

Tabulka 4 Vyhodnocení expertů u metody bodovací

Metoda bodovací		Kritéria					Σ
		K1	K2	K3	K4	K5	
		cena	upínací síla	výška desky	hmotnost	doba dodání	
		[Kč]	[kg/cm ²]	[mm]	[kg]	[týdny]	
Experti	E1	8	7	5	7	4	31
	E2	7	7	5	6	5	30
	E3	9	6	3	7	5	30
	E4	7	8	4	7	3	29

Poté co experti stanoví svá bodová ohodnocení jednotlivým kritériím, se následně výpočtem určí hodnoty vah předložených kritérií. Hodnota váhy kritéria se stanoví tak, že se spočítá podíl mezi počtem bodů, kterými bylo kritérium ohodnoceno expertem a celkovým součtem bodů, které daný expert přiřadil všem kritériím. Níže v rovnici (6.2) uvádím příklad výpočtu váhy pro kritérium upínací síla ohodnoceno expertem 1.

$$\frac{7}{31} = 0,226 \quad (6.2)$$

Následně se tímto způsobem dopočítají ostatní dílčí hodnoty vah. V dalším kroku je potřeba sečíst všechny tyto dílčí váhy pro dané kritérium a následně je vydělit počtem hodnotících kritérií. Tím dostane hodnotu pro váhu důležitosti kritéria. Součet jak dílčích, tak výsledných vah musí být vždy roven 1. Následující rovnice (6.3) uvádí váhu důležitosti pro kritérium upínací síla.

$$\frac{0,226 + 0,233 + 0,200 + 0,276}{4} = 0,234 \quad (6.3)$$

Vyhodnocení a výpočty vah důležitosti pomocí bodovací metody uvádí Tabulka 5.

Tabulka 5 Výpočet vah důležitosti metodou bodovací

Metoda bodovací		Kritéria					Σ
		K1	K2	K3	K4	K5	
		cena	upínací síla	výška desky	hmotnost	doba dodání	
		[Kč]	[kg/cm ²]	[mm]	[kg]	[týdny]	
Experti	E1	0,258	0,226	0,161	0,226	0,129	1
	E2	0,233	0,233	0,167	0,200	0,167	1
	E3	0,300	0,200	0,100	0,233	0,167	1
	E4	0,241	0,276	0,138	0,241	0,103	1
Váha daného kritéria		0,258	0,234	0,141	0,225	0,141	1
Pořadí kritérií		1.	2.	4. - 5.	3.	4. - 5.	

6.5.3 Uplatnění metody párového srovnání

V případě metody párového srovnání dotazovaný expert vždy posuzuje pouze dvojici kritérií mezi sebou. Jeho úkolem je rozhodnout se a zvolit, která z dvojice předkládaných kritérií je důležitější. Považuje-li daný expert kritérium v r -tém řádku za důležitější než kritérium uvedené v k -tém sloupci, zaznamená do pole ležícího na průsečíku r -tého řádku a k -tého sloupce číslo 1 v opačném případě 0. Hodnota u_{er} udává, před kolika kritérii je posuzované kritérium považovaným hodnotícím expertem za důležitější. Jednotlivá hodnocení expertů jsou uvedena v tabulkách: Tabulka 6, Tabulka 7, Tabulka 8 a Tabulka 9.

Výpočet váhy důležitosti se stanoví jako podíl součtu výher posuzovaného kritéria a součtu výher pro všechna uvedená kritéria. Výpočty vah důležitosti u metody párového srovnání a jejich pořadí uvádí Tabulka 10.

Tabulka 6 Hodnocení experta 1

Metoda párového srovnání		Kritéria					u_{1r}
		K1	K2	K3	K4	K5	
		cena	upínací síla	výška desky	hmotnost	doba dodání	
		[Kč]	[kg/cm ²]	[mm]	[kg]	[týdny]	
Kritéria	K1	x	1	1	1	1	4
	K2	0	x	1	0	1	2
	K3	0	0	x	0	1	1
	K4	0	1	1	x	1	3
	K5	0	0	0	0	x	0

Tabulka 7 Hodnocení experta 2

Metoda párového srovnání		Kritéria					u_{2r}
		K1	K2	K3	K4	K5	
		cena	upínací síla	výška desky	hmotnost	doba dodání	
		[Kč]	[kg/cm ²]	[mm]	[kg]	[týdny]	
Kritéria	K1	x	0	1	1	1	3
	K2	1	x	1	1	1	4
	K3	0	0	x	1	1	2
	K4	0	0	0	x	1	1
	K5	0	0	0	0	x	0

Tabulka 8 Hodnocení experta 3

Metoda párového srovnání		Kritéria					u _{3r}
		K1	K2	K3	K4	K5	
		cena [Kč]	upínací síla [kg/cm ²]	výška desky [mm]	hmotnost [kg]	doba dodání [týdny]	
Kritéria	K1	x	1	1	1	1	4
	K2	0	x	1	0	1	2
	K3	0	0	x	0	0	0
	K4	0	1	1	x	1	3
	K5	0	0	1	0	x	1

Tabulka 9 Hodnocení experta 4

Metoda párového srovnání		Kritéria					u _{4r}
		K1	K2	K3	K4	K5	
		cena [Kč]	upínací síla [kg/cm ²]	výška desky [mm]	hmotnost [kg]	doba dodání [týdny]	
Kritéria	K1	x	0	1	0	1	2
	K2	1	x	1	1	1	4
	K3	0	0	x	0	1	1
	K4	1	0	1	x	1	3
	K5	0	0	0	0	x	0

Příklad výpočtu váhy důležitosti hmotnosti desky uvádí rovnice (6.4):

$$\frac{10}{40} = 0,250 \quad (6.4)$$

Tabulka 10 Výpočet vah důležitosti metodou párového srovnání

Metoda párového srovnání		E1	E2	E3	E4	Výhry	Váhy	Pořadí
		u _{1r}	u _{2r}	u _{3r}	u _{4r}	u _{er}	p _r	n
Kritéria	K1	4	3	4	2	13	0,325	1.
	K2	2	4	2	4	12	0,300	2.
	K3	1	2	0	1	4	0,100	4.
	K4	3	1	3	3	10	0,250	3.
	K5	0	0	1	0	1	0,025	5.
Σ		10	10	10	10	40	1	

6.6 Koeficient shody expertů

Koeficient shody slouží výhradně ke zhodnocení shody nebo neshody hodnotících expertů a nabývá hodnot 0 až 1. Výše hodnoty nám udává míru shody mezi hodnotiteli p (p = počet hodnotitelů), tzn. čím větší je koeficient shody expertů, tím větší jsme zaznamenali jejich vzájemnou shodu a naopak. Při vyhodnocování výše koeficientu je žádoucí, aby výsledný podíl byl větší nebo roven 0,5. Pokud se tak nestane, znamená to, že mezi hodnotícími experty nejsou viditelné trendy a podobnosti a rozhodování bychom měli opakovat, v lepším případě pozvat jinou skupinu expertů. Výpočtový vztah, kde m je počet kritérií a α_{kj} je číslo přiřazené k -tým expertem j -tému kritériu zobrazuje rovnice (6.5). [12]

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^m \left[\left(\sum_{k=1}^p \alpha_{kj} \right) - \frac{p \cdot (m+1)}{2} \right]^2}{p^2 \cdot (m^3 - m)} \quad (6.5)$$

6.7 Vztahy pro výpočet koeficientů shody expertů

Výpočty koeficientu shody expertů pro metodu pořadí W_p zobrazuje Tabulka 11.

Tabulka 11 Koeficient shody expertů – metoda pořadí

Metoda pořadí		Kritéria										
		K1		K2		K3		K4		K5		Σ
		cena		upínací síla		výška desky		hmotnost		doba dodání		
		[Kč]		[kg/cm ²]		[mm]		[kg]		[týdny]		
E1	α_{1j}	5	1	4	2	2	4	3	3	1	5	15
E2	α_{2j}	4	2	5	1	3	3	2	4	1	5	15
E3	α_{3j}	5	1	3	3	1	5	4	2	2	4	15
E4	α_{4j}	3	3	5	1	2	4	4	2	1	5	15
Součet pořadí			7		7		16		11		19	

Pro výpočet vyjdeme ze základního vztahu, koeficient označím jako W_p . Výpočet koeficientu pro metodu pořadí uvádí rovnice (6.6).

Výpočty koeficientu shody expertů pro metodu bodovací W_b zobrazuje Tabulka 12.

Tabulka 12 Koeficient shody expertů – metoda bodovací

Metoda bodovací		Kritéria										
		K1		K2		K3		K4		K5		Σ
		cena		upínací síla		výška desky		hmotnost		doba dodání		
		[Kč]		[kg/cm ²]		[mm]		[kg]		[týdny]		
E1	α_{1j}	8	1	7	2,5	5	4	7	2,5	4	5	
E2	α_{2j}	7	1,5	7	1,5	5	4,5	6	3	5	4,5	15
E3	α_{3j}	9	1	6	3	3	5	7	2	5	4	15
E4	α_{4j}	7	2,5	8	1	4	4	7	2,5	3	5	15
Součet pořadí			6		8		17,5		10		18,5	

Pro výpočet vyjdeme ze základního vztahu, koeficient označím jako W_b . Výpočet koeficientu pro metodu bodovací uvádí rovnice (6.7).

Výpočty koeficientu shody expertů pro metodu párové srovnání W_{pa} zobrazuje Tabulka 13.

Tabulka 13 Koeficient shody expertů – metoda párového srovnání

Metoda párového srovnání		Kritéria										
		K1		K2		K3		K4		K5		Σ
		cena		upínací síla		výška desky		hmotnost		doba dodání		
		[Kč]		[kg/cm ²]		[mm]		[kg]		[týdny]		
E1	α_{1j}	4	1	2	3	1	4	3	2	0	5	
E2	α_{2j}	3	2	4	1	2	3	1	4	0	5	15
E3	α_{3j}	4	1	2	3	0	5	3	2	1	4	15
E4	α_{4j}	2	3	4	1	1	4	3	2	0	5	15
Součet pořadí			7		8		16		10		19	

Pro výpočet vyjdeme ze základního vztahu, koeficient označím jako W_{pa} . Výpočet koeficientu pro metodu párového srovnání uvádí rovnice (6.8).

6.8 Výpočty koeficientů shody expertů

$$W_p = \frac{12 \cdot \left[\left(7 - \frac{4 \cdot (5+1)}{2} \right)^2 + \left(7 - \frac{4 \cdot (5+1)}{2} \right)^2 + \left(16 - \frac{4 \cdot (5+1)}{2} \right)^2 + \left(11 - \frac{4 \cdot (5+1)}{2} \right)^2 + \left(19 - \frac{4 \cdot (5+1)}{2} \right)^2 \right]}{4^2 \cdot (5^3 - 5)} = \mathbf{0,725} \quad (6.6)$$

$$W_b = \frac{12 \cdot \left[\left(6 - \frac{4 \cdot (5+1)}{2} \right)^2 + \left(8 - \frac{4 \cdot (5+1)}{2} \right)^2 + \left(17,5 - \frac{4 \cdot (5+1)}{2} \right)^2 + \left(10 - \frac{4 \cdot (5+1)}{2} \right)^2 + \left(18,5 - \frac{4 \cdot (5+1)}{2} \right)^2 \right]}{4^2 \cdot (5^3 - 5)} = \mathbf{0,803} \quad (6.7)$$

$$W_{pa} = \frac{12 \cdot \left[\left(7 - \frac{4 \cdot (5+1)}{2} \right)^2 + \left(8 - \frac{4 \cdot (5+1)}{2} \right)^2 + \left(16 - \frac{4 \cdot (5+1)}{2} \right)^2 + \left(10 - \frac{4 \cdot (5+1)}{2} \right)^2 + \left(19 - \frac{4 \cdot (5+1)}{2} \right)^2 \right]}{4^2 \cdot (5^3 - 5)} = \mathbf{0,688} \quad (6.8)$$

6.9 Aplikace metod agregace hodnotících kritérií [10] [13]

Po stanovení vah jednotlivých kritérií pomocí metod pořadí, bodovací a párového srovnání vybereme tu metodu, u které jsme zaznamenali nejvyšší shodu hodnotících expertů. Z předchozích výsledků je zřejmé, že největší hodnotu koeficientu shody expertů dosáhla metoda bodovací, a proto budou použity její hodnoty vah důležitosti pro metody agregace. Metody agregace slouží k určení pořadí variant a vytvoří tak podklad, podle kterého se management podniku může v budoucnu rozhodnout.

6.9.1 Aplikace metody pořadové funkce

Při stanovování pořadí jednotlivých variant u metody pořadové funkce musíme zajistit následující skutečnosti o předmětu rozhodování: hodnoty variant (v případě kvantitativního kritéria), znát typ kritéria (nákladové nebo výnosové kritérium), vlastnosti či specifikace variant (v případě kvalitativního kritéria). V této práci pracujeme pouze s kvantitativními kritérii.

V další fázi jednoduše přiřadíme body jednotlivým variantám podle dosaženého pořadí, současně ctíme uvedené informace od výrobce či dodavatele. Musíme přitom respektovat to, zda je posuzované kritérium nákladového nebo výnosového typu. Pokud posuzujeme kritérium výnosového typu, tak platí pravidlo, že čím vyšší hodnotu kritérium má, tím lépe, tj. tím více bodů. U nákladového kritéria je to přesně naopak. V této bakalářské práci značím výnosové kritérium jako "V" a nákladové jako "N". Jednotlivé hodnoty a stanovení pořadí variant je zobrazuje Tabulka 14.

Tabulka 14 Metoda pořadové funkce – přiřazení bodů

	Kritéria/Body									
	K1 cena [Kč]	Body	K2 upínací síla [kg/cm ²]	Body	K3 výška desky [mm]	Body	K4 hmotnost [kg]	Body	K5 doba dodání [týdny]	Body
V1	94 431	2	14	2	55	2	77	2	3	4
V2	73 084	4	10	1	70	1	70	4	4	3
V3	86 547	3	15,5	3	43	4	83	1	5	2
V4	111 465	1	16	4	51	3	75	3	3	4
Typ	"N"		"V"		"N"		"N"		"N"	

Následně budeme postupovat tak, že seřadíme příslušné váhy důležitosti vždy k příslušnému kritériu a poté tyto hodnoty vah vždy pronásobíme s body, které jsou kritériu přiděleny na základě pořadí. Stanovení konečného pořadí variant zobrazuje Tabulka 15.

Tabulka 15 Metoda pořadové funkce – stanovení pořadí variant

	Váhy/Body											
	p ₁	Body	p ₂	Body	p ₃	Body	p ₄	Body	p ₅	Body	W _t	n
V1	0,258	2	0,234	2	0,141	2	0,225	2	0,141	4	2,280	4.
V2	0,258	4	0,234	1	0,141	1	0,225	4	0,141	3	2,730	2.
V3	0,258	3	0,234	3	0,141	4	0,225	1	0,141	2	2,547	3.
V4	0,258	1	0,234	4	0,141	3	0,225	3	0,141	4	2,856	1.

6.9.2 Aplikace bodovací metody

V metodě bodovací potřebujeme stejně jako u předchozí metody znát vstupní data, typy kritérií a povahu kritérií. Základem úspěšného řešení pomocí bodovací metody je vytvoření vhodné bodovací stupnice. Obvykle se používá pětibodová nebo desetibodová stupnice. Vhodně zvolená bodovací stupnice určuje kvalitu rozhodovací procesu. V této práci bude použita stupnice pětibodová. Tabulka 16 obsahuje vstupní data, která vystihují posuzovaná kritéria.

Tabulka 16 Vstupní data pro bodovací metodu

	Kritéria/Body				
	K1	K2	K3	K4	K5
	cena	upínací síla	výška desky	hmotnost	doba dodání
	[Kč]	[kg/cm ²]	[mm]	[kg]	[týdny]
V1	94 431	14	55	77	3
V2	73 084	10	70	70	4
V3	86 547	15,5	43	83	5
V4	111 465	16	51	75	3
Typ	"N"	"V"	"N"	"N"	"N"

Jakmile známe vstupní informace, můžeme podle námi zvolené pětibodové stupnice stanovit pět intervalů (počet intervalů musí být vždy shodný s body stupnice). Tyto intervaly poslouží pro udělování bodů jednotlivým variantám podle vstupních dat. Velikost každého intervalu v rámci jednoho kritéria musí být shodný, stanovuje se vždy tak, že od nejvyšší hodnoty odečteme hodnotu nejnižší a tento rozdíl vydělíme číslem pět, protože uvažujeme pětibodovou stupnici. Při stanovování intervalů musíme opět ctít typ kritéria. Rozdělení intervalů uvádí Tabulka 17.

Tabulka 17 Bodovací metoda – stanovení intervalů

Metoda bodovací		Kritéria/Body				
		K1 Cena [Kč]	K2 upínací síla [kg/cm ²]	K3 výška desky [mm]	K4 hmotnost [kg]	K5 doba dodání [týdny]
Stupně	1	103 788,8 - 111 465	10,0 - 11,2	70,0 - 64,6	80,4 - 83,0	4,6 - 5,0
	2	96 112,6 - 103 788,8	11,2 - 12,4	64,6 - 59,2	77,8 - 80,4	4,2 - 4,6
	3	88 436,4 - 96 112,6	12,4 - 13,6	59,2 - 53,8	75,2 - 77,8	3,8 - 4,2
	4	80 760,2 - 88 436,4	13,6 - 14,8	53,8 - 48,4	72,6 - 75,2	3,4 - 3,8
	5	73 084,0 - 80 760,2	14,8 - 16,0	48,4 - 43,0	70,0 - 72,6	3,0 - 3,4
Typ		"N"	"V"	"N"	"N"	"N"

Dále na základě dvou předchozích tabulek přiřadíme jednotlivým variantám body ze stupnice. Přiřazené body uvádí Tabulka 18.

Tabulka 18 Bodovací metoda – přiřazení bodů

Metoda bodovací		Kritéria/Body				
		K1 Cena	K2 upínací síla	K3 výška desky	K4 hmotnost	K5 doba dodání
Varianta	V1	2	4	3	3	5
	V2	5	1	1	5	3
	V3	4	5	5	1	1
	V4	1	5	4	4	5
Typ		"N"	"V"	"N"	"N"	"N"

V posledním fázi řešení je vždy třeba mezi sebou vynásobit váhu důležitosti kritéria s příslušným bodovým hodnocením varianty. Tímto způsobem dostaneme v každém poli potřebnou dílčí hodnotu. Dále už jen stačí vždy sečíst hodnoty v řádku - pro danou variantu

a výsledkem je hodnota W_t , která rozhodne o konečném pořadí variant. Stanovení pořadí variant pomocí bodovací metody uvádí Tabulka 19. Hodnoty p_r představují váhy důležitosti.

Tabulka 19 Stanovení pořadí variant metodou bodovací

Metoda Bodovací	Kritéria/Body						
	K1 Cena	K2 upínací síla	K3 výška desky	K4 hmotnost	K5 doba dodání	W_t	Pořadí
V1	0,516	0,936	0,423	0,675	0,705	3,255	3.
V2	1,290	0,234	0,141	1,125	0,423	3,213	4.
V3	1,032	1,170	0,705	0,225	0,141	3,273	2.
V4	0,258	1,170	0,564	0,900	0,705	3,597	1.
p_r	0,258	0,234	0,141	0,225	0,141		

6.9.3 Aplikace bazické metody

Metoda bazická se používá zejména na řešení těch rozhodovacích problémů, kde jsou pouze kvantitativní kritéria. Principem této metody je určení si tzv. základní neboli bazické varianty. V řešení to znamená, že bazické variantě přiřadíme koeficient 1. V našem případě volíme bázi jako variantu V1. S tímto pevně stanoveným koeficientem porovnáváme koeficienty, které vypočítáme jako podíly hodnot kritérií podle vztahů (5.3) a (5.4), volíme vždy jeden vztah a to podle typu kritéria. Tabulka 20 obsahuje všechny vypočítané koeficienty.

Tabulka 20 Metoda bazická - výpočet koeficientů

Metoda Bazická		Kritéria				
		K1 Cena	K2 upínací síla	K3 výška desky	K4 hmotnost	K5 doba dodání
Varianta	Báze	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	V2	1,292	0,714	0,786	1,100	0,750
	V3	1,091	1,107	1,279	0,928	0,600
	V4	0,847	1,143	1,078	1,027	1,000
Typ kritéria		"N"	"V"	"N"	"N"	"N"

Komplexní vyhodnocení pořadí variant v případě metody bazické dostaneme tak, že provedeme nejdříve součiny vah důležitosti (opět použijeme váhy z metody bodovací) s napočítanými koeficienty a následně vypočítáme pro každou variantu vážené součty, čímž dosátneme hodnoty W_t , které porovnáme mezi sebou a stanovíme konečné pořadí variant. Výsledná čísla a porovnání hodnot W_t nabízí Tabulka 21. Hodnoty p_r opět představují váhy důležitosti hodnotících kritérií.

Tabulka 21 Stanovení pořadí variant pomocí bazické metody

Metoda Bazická		Kritéria						W_t	Pořadí
		K1 Cena	K2 upínací síla	K3 výška desky	K4 hmotnost	K5 doba dodání			
Varianty	Báze	0,258	0,234	0,141	0,225	0,141	1,000	3.	
	V2	0,333	0,167	0,111	0,248	0,106	0,965	4.	
	V3	0,282	0,259	0,180	0,209	0,085	1,014	1.	
	V4	0,219	0,267	0,152	0,231	0,141	1,010	2.	
p_r		0,258	0,234	0,141	0,225	0,141			

7 Návrhová část

V návrhové části se zaměřím na hodnocení výsledků variant pomocí metod agregací. V této práci byly aplikovány dle mého názoru tři nejpoužívanější a matematicky poměrně snadné metody. Z nich pro závěrečné hodnocení budu preferovat hlavně metodu bodovací a metodu bazickou hlavně z důvodu charakteru rozhodovací situace a také díky typu kritérií, která jsou všechna kvantitativního typu.

Dle dosažených výsledků v analytické části práce byla jako nejvýhodnější varianta zvolena varianta V4, což je elektropermanentní magnetický upínač QX 406 UP 62, který zvítězil ve dvou metodách, v případě metody bazické byl těsně poražen variantou V3, kterou představuje elektropermanentní magnetický upínač TURBOMILL 50SG – 1. Vzhledem k tomu, že se přikláním hlavně k metodě bodovací a bazické, tak lze považovat za vítězné varianty V3 i V4. Další v pořadí, jak varianta V1 (Elektropermanentní magnetický upínač SPIDER SM5306), které lze přisoudit třetí místo, tak i varianta V2 (Elektropermanentní magnetický upínač VPE – 2540), která byla na čtvrtém, posledním místě, zaznamenaly taktéž velmi těsné odstupy od vítězných variant. Celkově lze konstatovat, že výsledky rozhodovacího modelu jsou velmi těsné, což potvrdilo fakt, že si všichni vybraní výrobci drží vysoký standard.

7.1 Popis vítězné varianty

Podle výpočtů a analýz vyšla jako vítězná varianta V3 a V4, které se tak sluší navrhnout jako nejvhodnější varianty pro nákup a používání při výrobních procesech pro společnost CNC Voborník, s.r.o. O tom, která varianta je skutečně pro společnost nejvýhodnější můžou rozhodnout faktory, které nebyly součástí této analýzy. Dále je nutné zmínit fakt, že ostatní varianty následují s velmi malým rozdílem a v žádném případě tak žádnou variantu nevylučuji, už jen proto, že ne všechny aspekty a faktory byly vícekritériálním rozhodováním zohledněny. Jedná se zejména o benefity, o doplňkové příslušenství, které může být v ceně produktu, případně dodací slevy nebo servis apod.

8 Závěr

V závěru této práce bych rád zhodnotil všechny dílčí kapitoly a následně i přínos aplikace metod vícekriteriálního rozhodování ve společnosti CNC Voborník, s.r.o. Celá práce je řazena na tři hlavní části, které se snaží naplnit stanovené cíle. První částí je část teoretická, která se zaměřuje na problematiku manažerského rozhodování v praxi, vícekriteriálního rozhodování a také popis některých metod, které se v této oblasti používají. Následuje část analytická, kde je představen profil společnosti CNC Voborník, s.r.o. Dále následuje řešení rozhodovací modelu, kde jsou za pomoci odborníků posuzovány čtyři elektropermanentní magnetické upínací systémy. Třetí částí je část návrhová, která nabízí vyhodnocení výsledků a popis vítězné varianty.

V teoretické části jsem se věnoval charakteristice a popisu nejdůležitějších termínů, které je důležité znát při dalším studování teorie rozhodování. Následně jsem popsal problematiku a výhody vícekriteriálního rozhodování, kde jsem tuto disciplínu rozdělil do několika chronologických etap. V další části jsou uvedeny charakteristiky a výpočtové vztahy pro metody stanovení vah důležitosti hodnotících kritérií. A v poslední kapitole teoretické části se věnuji popisu metodám, pomocí nichž se stanoví celkové pořadí variant.

V analytické části byla představena společnost CNC Voborník, s.r.o., zde jsem se zaměřil hlavně na charakteristiku a také na předmět podnikání společnosti. Následně jsem představil technologii a systém upínání pomocí elektropermanentních magnetických upínačů, po kterých se rozhodla společnost poptat. Po diskuzi s odborníky a jednatelem společnosti byly vybrány čtyři varianty těchto upínačů. V další části je vytvořen rozhodovací model, pomocí něhož se následně stanovila nejvýhodnější varianta.

V návrhové části jsem představil dle výsledků nejvýhodnější varianty. Vítězné varianty byly dvě - elektropermanentní magnetický upínač TURBOMILL 50SG – 1 a také upínač QX 406 UP 62 od italského výrobce Tecnomagnete S.p.A. Nicméně výsledky hodnocení byly natolik těsné, že žádná z variant nebyla považována za předem vyloučenou nebo nevyhovující pro špatné hodnocení.

Po vyhodnocení výsledků z této práce bych vedení společnosti CNC Voborník, s.r.o. doporučil zvážit užití některých z metod vícekriteriálního rozhodování. Doporučil

bych je pro jejich jednoduchost zejména v případech plánování, nákupu nebo inovací. I přes poměrně komplexní posouzení rozhodovacích problémů má vícekriteriální rozhodování nevýhody především v tom, že se v něm nepromítnou všechny faktory volby. Při budoucích rozhodování je potřeba jasně vymezit vhodné metody, protože dosažené výsledky mohou být v některých případech nepřesné a zavádějící.

Myslím si, že jsem v této bakalářské práci splnil všechny požadované body a naplnil všechny předem stanovené cíle. Pevně věřím, že tato práce bude mít po svém prostudování přínos alespoň jako podklad pro rozhodovatele, který bude mít hlavní zodpovědnost za budoucí rozhodování ve společnosti CNC Voborník, s.r.o.

Použitá literatura a zdroje

Monografické publikace

- [1] BROŽOVÁ, Helena a Milan HOUŠKA. *Základní metody operační analýzy*. Praha: Credit, 2002. ISBN 978-80-213-0951-7.
- [2] ČERNÝ, Martin a Dagmar GLÜCKAUFOVÁ. *Vícekritériální rozhodování za neurčitosti*. Praha: Academia, 1987.
- [3] FIALA, Petr. *Modely a metody rozhodování*. 3., přeprac. vyd. V Praze: Oeconomica, 2013. ISBN 978-80-245-1981-4.
- [4] FOTR, Jiří, Lenka ŠVECOVÁ a kol. *Manažerské rozhodování: Postupy, metody a nástroje*. 2.přeprac. vyd., Praha: Ekopress, 2015, 474 s. ISBN 978-80-8692-959-0.
- [5] KEPNER, H.CH.-TREGOE, B.B.: *The New Rational Manager*. Princeton, Princeton Resarch Press 2006.
- [6] SAATY, Thomas L. *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*. London: McGraw-Hill International Book Co., c1980. ISBN 0070543712.
- [7] ŠTĚDRONĚ, Bohumír, Petr MOOS, Marcela PALÍŠKOVÁ, Otto PASTOR, Miroslav SVÍTEK a Libor SVOBODA. *Manažerské rozhodování v praxi*. Přeložil Jiří HANDLÍŘ. V Praze: C.H. Beck, 2015. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7400-587-9.
- [8] ZAHRADNÍK, Jaroslav. *Management podniku*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02724-4.
- [9] ZAHRADNÍK, Jaroslav a Jan BAUER. *Základy managementu*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1996. ISBN 80-01-01413-4.
- [10] ŽÁČEK, Vladimír. *Management podniku*. 2. přepracované vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05980-7.

Internetové zdroje

- [11] CNC Voborník. *CNC Voborník* [online]. Jaroměř: CNC Voborník, 2017 [cit. 2018-08-01]. Dostupné z: <http://www.vobornik.cz>
- [12] Real Statistics Using Excel. <http://www.real-statistics.com> [online]. Londýn: WorldPress, 2013 [cit. 2018-08-01]. Dostupné z: <http://www.real-statistics.com/reliability/kendalls-w/>

- [13] Vicekritko. <http://www2.ef.jcu.cz> [online]. České Budějovice [cit. 2018-08-01]. Dostupné z: <http://www2.ef.jcu.cz/~jfrieb/tspp/data/teorie/Vicekritko.pdf>
- [14] Svorka pro frézování SPIDER. <https://www.magnety.cz> [online]. Brno: SELOS Magnetics, 2018 [cit. 2018-08-01]. Dostupné z: <https://www.magnety.cz/upinace-na-frezovani/svorka-pro-frezovani-spider/>
- [15] Permanent Electro Magnetic Chucks. <http://www.stengineers.in> [online]. Tamil Nadu, Indie: IndiaMART, IndiaMESH Limited, 2018 [cit. 2018-07-11]. Dostupné z: <http://www.stengineers.in/vertex-accessories.html>
- [16] Elektropermanentní magnetický upínač VPE - 2540. <http://www.strojniveraky.cz> [online]. Zlín: IT-HELP.CZ, 2008 [cit. 2018-07-05]. Dostupné z: <http://shop.strojniveraky.cz/index.php?cPath=141>
- [17] Elektropermanentní upínací deska T-MILL 50SQ-1 NEW. <https://www.sollau.cz> [online]. Velký Ořechov: SOLLAU, 2018 [cit. 2018-08-01]. Dostupné z: <https://www.sollau.cz/katalog/cs-i78-elektropermanentni-upinaci-deska-t-mill-50sq-1-new.html>
- [18] Elektropermanentní magnetická deska 400x600 mm. <http://www.aaamagnety.cz> [online]. Praha: INDICATE Plus, 2018 [cit. 2018-08-01]. Dostupné z: http://www.aaamagnety.cz/cz-detail-1217545-elektropermanentni-magneticke-desky.html?id_varianty=443322
- [19] UPÍNÁNÍ DÍLCŮ A OBROBKŮ. <http://www.magcentrum.cz> [online]. Kutná Hora: MAG Centrum, 2018 [cit. 2018-07-10]. Dostupné z: http://www.magcentrum.cz/tl_files/magcentrum/DATA/pdf/Magneticke_upinani_MAG_Centrum.pdf
- [20] SVÁČEK, Václav. Využití LEGO Serious Play pro podporu rozhodování. <https://dspace5.zcu.cz> [online]. Plzeň: Západočeská Univerzita v Plzni, fakulta strojní, 2015 [cit. 2018-07-16]. Dostupné z: https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/20338/1/BP_SV.pdf
- [21] Magnetické upínače ve strojírenství - které typy existují?. <https://www.unimagnet.cz> [online]. Praha: UNIMAGNET, 2018 [cit. 2018-08-03]. Dostupné z: <https://www.unimagnet.cz/blog/magneticke-upinace-ve-strojirenstvi-ktere-typy-existuji-n245>

Seznam tabulek

Tabulka 1	Saatym doporučená bodovací stupnice [4]	24
Tabulka 2	Vyhodnocení expertů – metoda pořadí	36
Tabulka 3	Výpočet vah důležitosti u metody pořadí	37
Tabulka 4	Vyhodnocení expertů u metody bodovací	37
Tabulka 5	Výpočet vah důležitosti metodou bodovací	38
Tabulka 6	Hodnocení experta 1	39
Tabulka 7	Hodnocení experta 2	39
Tabulka 8	Hodnocení experta 3	40
Tabulka 9	Hodnocení experta 4	40
Tabulka 10	Výpočet vah důležitosti metodou párového srovnání	40
Tabulka 11	Koeficient shody expertů – metoda pořadí	41
Tabulka 12	Koeficient shody expertů – metoda bodovací.....	42
Tabulka 13	Koeficient shody expertů – metoda párového srovnání.....	42
Tabulka 14	Metoda pořadové funkce – přiřazení bodů	44
Tabulka 15	Metoda pořadové funkce – stanovení pořadí variant.....	45
Tabulka 16	Vstupní data pro bodovací metodu	45
Tabulka 17	Bodovací metoda – stanovení intervalů.....	46
Tabulka 18	Bodovací metoda – přiřazení bodů	46
Tabulka 19	Stanovení pořadí variant metodou bodovací.....	47
Tabulka 20	Metoda bazická - výpočet koeficientů	47
Tabulka 21	Stanovení pořadí variant pomocí bazické metody	48

Seznam obrázků

Obrázek 1	Pohled na rozhodovací proces [20]	12
Obrázek 2	Cyklický charakter rozhodovacího procesu [20].....	13
Obrázek 3	Ukázka produktů společnosti [11].....	28
Obrázek 4	Elektropermanentní magnetický upínač SPIDER SM5306 [14].....	31
Obrázek 5	Elektropermanentní magnetický upínač VPE – 2540 [16].....	32
Obrázek 6	Elektropermanentní magnetický upínač TURBOMILL 50SG – 1 [17]..	33
Obrázek 7	Elektropermanentní magnetický upínač QX 406 UP 62 [18].....	34

Příloha I – Stanovení vah důležitosti v MS Excel

VÝPOČET VAH DŮLEŽITOSTI U METODY POŘADÍ							
Metoda pořadí		Kritéria					Σ
		K1 cena [Kč]	K2 upínací síla [kg/cm ²]	K3 výška desky [mm]	K4 hmotnost [kg]	K5 doba dodání [týdny]	
Experti	E1	5	4	2	3	1	15
	E2	4	5	3	2	1	15
	E3	5	3	1	4	2	15
	E4	4	5	2	3	1	15
Σ		18	17	8	12	5	60
Váha daného kritéria		0,300	0,283	0,133	0,200	0,083	1
Pořadí kritérií		1	2	4	3	5	

=SUMA(D18:H18) =SUMA(I18:I21) =SUMA(D24:H25)

=SUMA(D18:D21) =F22/\$I\$22 =RANK(G24;\$D\$24:\$H\$25;0)

VÝPOČET VAH DŮLEŽITOSTI U METODY BODOVACÍ							
Metoda bodovací		Kritéria					Σ
		K1 cena [Kč]	K2 upínací síla [kg/cm ²]	K3 výška desky [mm]	K4 hmotnost [kg]	K5 doba dodání [týdny]	
Experti	E1	0,258	0,226	0,161	0,226	0,129	1
	E2	0,233	0,233	0,167	0,200	0,167	1
	E3	0,300	0,200	0,100	0,233	0,167	1
	E4	0,241	0,276	0,138	0,241	0,103	1
Váha daného kritéria		0,258	0,234	0,141	0,225	0,141	1
Pořadí kritérií		1	2	4	3	5	

=SUMA(D49:H49) =SUMA(D50:H51)

=RANK(D50;\$D\$50:\$H\$51;0) =E38/\$I\$38 =(F35/I35+F36/I36+F37/I37+F38/I38)/4

VÝPOČET VAH DŮLEŽITOSTI U METODY PÁROVÉHO SROVNÁNÍ								
Metoda párového srovnání		Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Váhry	Váhy	Pořadí
		u _{1r}	u _{2r}	u _{3r}	u _{4r}	u _{er}	P _r	n
Kritéria	K1	4	3	4	2	13	0,325	1
	K2	2	4	2	4	12	0,300	2
	K3	1	2	0	1	4	0,100	4
	K4	3	1	3	3	10	0,250	3
	K5	0	0	1	0	1	0,025	5
Σ		10	10	10	10	40	1	

=H109/H114 =SUMA(I109:I113) =SUMA(H109:H113)

HODNOCENO EXPERTY =SUMA(E109:E113) =SUMA(D112:G112) =RANK(I113;\$I\$109:\$I\$113;0)

Příloha II – Koeficienty shody expertů v MS Excel

Metoda pořadí				Kritéria											
				K1		K2		K3		K4		K5		Σ	
				cena	upínací síla	výška desky	hmotnost	doba dodání							
				[Kč]	[kg/cm ²]	[mm]	[kg]	[týdny]							
Experti	E1	Pořadí	a _{1j}	5	1	4	2	2	4	3	3	1	5	15	
	E2		a _{2j}	4	2	5	1	3	3	2	4	1	5	15	
	E3		a _{3j}	5	1	3	3	1	5	4	2	2	4	15	
	E4		a _{4j}	3	3	5	1	2	4	4	2	1	5	15	
Součet pořadí					7		7		16		11		19		
				=SUMA(G7:G10)					HODNOCENÍ A POŘADÍ					=SUMA(G10;I10;K10;M10;O10)	
Koeficient Wp		0,725		Počet expertů		4		Počet kritérií		5					
														=12*((G11-12)^2+(I11-12)^2+(K11-12)^2+(M11-12)^2+(O11-12)^2)/(16*120)	

Metoda bodovací				Kritéria											
				K1		K2		K3		K4		K5		Σ	
				cena	upínací síla	výška desky	hmotnost	doba dodání							
				[Kč]	[kg/cm ²]	[mm]	[kg]	[týdny]							
Experti	E1	Pořadí	a _{1j}	8	1	7	2,5	5	4	7	2,5	4	5	15	
	E2		a _{2j}	7	1,5	7	1,5	5	4,5	6	3	5	4,5	15	
	E3		a _{3j}	9	1	6	3	3	5	7	2	5	4	15	
	E4		a _{4j}	7	2,5	8	1	4	4	7	2,5	3	5	15	
Součet pořadí					6		8		17,5		10		18,5		
				=SUMA(G22:G25)					BODY A POŘADÍ					=SUMA(G25;I25;K25;M25;O25)	
Koeficient Wb		0,803		Počet expertů		4		Počet kritérií		5					
														=12*((G26-12)^2+(I26-12)^2+(K26-12)^2+(M26-12)^2+(O26-12)^2)/(16*120)	

Metoda párového srovnání				Kritéria											
				K1		K2		K3		K4		K5		Σ	
				cena	upínací síla	výška desky	hmotnost	doba dodání							
				[Kč]	[kg/cm ²]	[mm]	[kg]	[týdny]							
Experti	E1	Pořadí	a _{1j}	4	1	2	3	1	4	3	2	0	5	15	
	E2		a _{2j}	3	2	4	1	2	3	1	4	0	5	15	
	E3		a _{3j}	4	1	2	3	0	5	3	2	1	4	15	
	E4		a _{4j}	2	3	4	1	1	4	3	2	0	5	15	
Součet pořadí					7		8		16		10		19		
				=SUMA(G37:G40)					VÝHRY A POŘADÍ					=SUMA(G40;I40;K40;M40;O40)	
Koeficient Wpa		0,688		Počet expertů		4		Počet kritérií		5					
														=12*((G41-12)^2+(I41-12)^2+(K41-12)^2+(M41-12)^2+(O41-12)^2)/(16*120)	

Příloha III – Stanovení pořadí variant v MS Excel

STANOVENÍ POŘADÍ METODOU POŘADOVÉ FUNKCE													
Metoda pořadové funkce		Váhy/Body											
		p ₁	Body	p ₂	Body	p ₃	Body	p ₄	Body	p ₅	Body	W _t	Pořadí
Varianty	V1	0,258	2	0,234	2	0,141	2	0,225	2	0,141	4	2,280	4
	V2	0,258	4	0,234	1	0,141	1	0,225	4	0,141	3	2,730	2
	V3	0,258	3	0,234	3	0,141	4	0,225	1	0,141	2	2,547	3
	V4	0,258	1	0,234	4	0,141	3	0,225	3	0,141	4	2,856	1
p _r		BODY		=(R7*S7)+(T7*U7)+(V7*W7)+(X7*Y7)+(Z7*AA7)									
		VÁHY DŮLEŽITOSTI KRITÉRIÍ		=RANK(AB10;AB10:\$AB\$10;0)									

STANOVENÍ POŘADÍ VARIANT METODOU BODOVACÍ													
Metoda Bodovací		Kritéria/Body							W _t	Pořadí			
		K1 Cena	K2 upínací síla	K3 výška desky	K4 hmotnost	K5 doba dodání							
Varianty	V1	0,516	0,936	0,423	0,675	0,705	3,255	3					
	V2	1,290	0,234	0,141	1,125	0,423	3,213	4					
	V3	1,032	1,170	0,705	0,225	0,141	3,273	2					
	V4	0,258	1,170	0,564	0,900	0,705	3,597	1					
p _r		0,258	0,234	0,141	0,225	0,141	=SUMA(R35:AA35)						
		=F35*T36		VÁHA DŮLEŽITOSTI KRITÉRIA		=RANK(AB35;\$AB\$32:\$AB\$35;0)							

STANOVENÍ POŘADÍ VARIANT METODOU BAZICKOU													
Metoda Bazická		Kritéria					W _t	Pořadí					
		K1 Cena	K2 upínací síla	K3 výška desky	K4 hmotnost	K5 doba dodání							
Varianty	Báze	0,258	0,234	0,141	0,225	0,141	1,000	3					
	V2	0,333	0,167	0,111	0,248	0,106	0,965	4					
	V3	0,282	0,259	0,180	0,209	0,085	1,014	1					
	V4	0,219	0,267	0,152	0,231	0,141	1,010	2					
p _r		0,258	0,234	0,141	0,225	0,141	=SUMA(R47:AA47)						
		=D47*R48		VÁHA DŮLEŽITOSTI KRITÉRIA		=RANK(AB47;\$AB\$44:\$AB\$47;0)							