

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Bakalářská práce

Aplikace modelů operačního výzkumu

Julie Dostálová

© 2017 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Julie Dostálová

Provoz a ekonomika

Název práce

Aplikace modelů operačního výzkumu

Název anglicky

Application of operation research

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zhodnotit úroveň lezeckých center v Praze. Dílčím cílem práce je navrhnout model vícekriteriální analýzy variant a zhodnotit výsledky.

Metodika

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části. První část práce obsahuje literární rešerši, kde je popisována problematika vícekriteriálního rozhodování.

Praktická část je rozdělena na tři hlavní fáze:

1. Fáze Intelligence – popis rozhodovací situace a vymezení modelu a jeho využití pro naplnění hlavního a dílčího cíle práce.
2. Fáze Design – sestavení samotného modelu a jeho výpočet.
3. Fáze Choice – analýza dílčích částí řešení, využití výsledků pro naplnění cíle práce, ekonomické zhodnocení navrhovaných opatření.

Doporučený rozsah práce

30-40

Klíčová slova

operační výzkum, vícekriteriální analýza variant, matematický model

Doporučené zdroje informací

DLOUHÝ, M. – JABLONSKÝ, J. *Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek*. Praha: Professional Publishing, 2004. ISBN 80-86419-49-5.

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

JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum : kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-44-3.

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

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Roman Kvasnička, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 6. 3. 2017

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 7. 3. 2017

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 10. 03. 2017

Čestné prohlášení

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

V Praze dne 15. 3. 2017

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Romanu Kvasničkovi Ph.D. za odborné vedení, ochotu, vstřícnost, veškerý věnovaný čas, konzultace, cenné rady a připomínky při zpracování bakalářské práce.

Aplikace modelů operačního výzkumu

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá aplikací operačního výzkumu při zjišťování konkurence mezi lezeckými centry v Praze a při specifikaci požadavků cílové skupiny lezeckého centra Smíchov. První část práce obsahuje literární rešerši, která popisuje podstatu a rozdělení operačního výzkumu. Dále shrnuje problematiku vícekritériálního rozhodování a konkrétně popisuje model a metody řešení vícekritériální analýzy variant.

Ve vlastní části jsou nejdříve stanoveny a popsány varianty a jejich kritéria, podle kterých budou posuzovány, a následně je sestaven model vícekritériální analýzy variant. Poté jsou stanoveny váhy kritérií pomocí dotazníkového šetření, které jsou vypočítány pomocí bodovací metody. V dotazníkovém šetření jsou respondenti účelově rozděleni podle cílové skupiny lezeckého centra. Varianty jsou seřazeny pomocí metody Promethee jak pro obecný model (všech respondentů), tak pro model ohodnocený zvolenou skupinou respondentů. V závěru jsou výsledky zhodnoceny, určena konkurence pro lezecké centrum Smíchov a posouzeny parametry lezeckého centra na základě požadavků zvolené cílové skupiny.

Klíčová slova: operační výzkum, matematický model, rozhodování, vícekritériální rozhodování, vícekritériální analýza variant, kritérium, varianta, lezecké centrum, parametry lezeckých stěn, metoda Promethee.

Model Application of Operations Research

Abstract

This Bachelor thesis pursues operations research application for competition survey among climbing centres in Prague. Also, the application should determine the focus group of Smíchov climbing centre.

The theoretical part of the thesis synthesizes various literature sources to describe the essence and division of operations research. Furthermore, it reaches the issues of multi-criteria decision making process and methods of solving multi-criteria variation analysis.

The practical part of the thesis estimates and describes options and its criteria which will be assessed and consequently, the model of multi-criteria variation analysis will be defined. After that, the importance of each criterion is set by using point method for answers gained through a questionnaire. The respondents are divided into group by a criterion which either puts them in focus group. Options are arranged by using the Promethee method as for general model and for model evaluated by selected group of respondents as well.

In conclusion, the results are evaluated, the competition for Smíchov Climbing Centre is estimated and the parameters are assessed based on demands of climbing centre customers.

Keywords: operations research, mathematical model, decision making, multi-criteria decision making process, multi-criteria variation analysis, criterion, option, climbing centre, climbing wall parameters, Promethee method.

Obsah

1 Úvod	11
2 Cíl práce a metodika	12
2.1 Cíl práce	12
2.2 Metodika	12
3 Teoretická východiska	13
3.1 Operační výzkum	13
3.1.1 Modely operačního výzkumu	13
3.1.2 Podstata operačního výzkumu	14
3.1.3 Klasifikace disciplín operačního výzkumu	15
3.2 Proces rozhodování	16
3.3 Vícekriteriální rozhodování	17
3.4 Model vícekriteriální analýzy variant (VAV)	18
3.4.1 Typy variant	19
3.4.2 Typy kritérií	20
3.4.3 Klasifikace úloh VAV	21
3.5 Metody stanovení vah kritérií	24
3.5.1 Stanovení vah kritérií z ordinální informace	24
3.5.2 Stanovení vah z kardinální informace	25
3.6 Metody výběru kompromisních variant	26
3.6.1 Metody využívající ordinální informace.....	27
3.6.2 Metody využívající kardinální informaci	27
3.6.2.1 Metoda PROMETHEE.....	28
4 Vlastní práce	33
4.1 Fáze intelligence.....	34
4.1.1 Seznam a charakteristika kritérií.....	34
4.1.2 Charakteristika variant.....	35
4.2 Fáze design.....	38
4.2.1 Stanovení vah kritérií – obecný model	38
4.2.2 Stanovení vah kritérií – nepravidelní návštěvníci.....	41
4.2.3 Stanovení vah kritérií – pravidelní návštěvníci	42
4.3 Fáze Choice – uspořádání variant	43
4.3.1 Výpočet metodou PROMETHEE	43
4.3.2 Porovnání výsledků všech skupin respondentů	47
4.3.3 Odlišnosti v kritériích a jejich vahách mezi skupinami respondentů	48

5 Výsledky a diskuse	50
6 Závěr.....	52
7 Seznam použitých zdrojů.....	53
Přílohy	55
7.1 Dotazníkové šetření.....	55
7.2 Výpočty intenzit preferencí Q	60
7.3 Výpočet globálních preferenčních indexů P	66

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Fáze operačního výzkumu.....	15
Obrázek 2 - Kriteriaální matice	19
Obrázek 3 - Nedominovaná a dominovaná varianta	19
Obrázek 4 - Schéma Fullerova trojúhelníku	25
Obrázek 5 - Saatyho matice	25
Obrázek 6 - Průběh preferenční funkce č.1.....	28
Obrázek 7 - Průběh preferenční funkce č.2.....	29
Obrázek 8 - Průběh preferenční funkce č.3.....	29
Obrázek 9 - Průběh preferenční funkce č.4.....	30
Obrázek 10 – Průběh preferenční funkce č.5	31
Obrázek 11 - Průběh preferenční funkce č.6.....	31

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Metody kvantifikace typů informací o preferencích mezi kritérii.....	23
Tabulka 2 - metody zpracovávající informace o preferencích mezi variantami.....	23
Tabulka 3 - Sídla lezeckých center	36
Tabulka 4 - souhrn variant a ohodnocených kritérií	37
Tabulka 5 - Bodové hodnocení kvalitativních kritérií	38
Tabulka 6 - Váhy všech zadaných kritérií	39
Tabulka 7 – Přepočtené váhy kritérií - obecný model	40
Tabulka 8 - Kriteriaální matice k výpočtu	41
Tabulka 9 - Kriteriaální matice - nepravidelní návštěvníci	42
Tabulka 10 - Kriteriaální matice - pravidelní návštěvníci	43
Tabulka 11 - Pozitivní a negativní tok.....	46
Tabulka 12 - Výsledky výpočtu metodou Promethee	46
Tabulka 13 - Srovnání výsledků pravidelných a nepravidelných návštěvníků.....	47
Tabulka 14 - Váhy kritérií - pravidelní návštěvníci	49
Tabulka 15 - Váhy kritérií - nepravidelní návštěvníci	49

1 Úvod

Během pracovního dne udělá každý člověk několik banálních i jednoduchých rozhodnutí. Rozhodování je nejčastěji složeno z vlastních zkušeností, podle toho, jak rozhodovatel danou situaci vnímá a také podle vlastních preferencí.

Ke správnému rozhodnutí mohou napomoci metody operačního výzkumu, především jedná-li se o složitější rozhodovací situaci. Jedná se především o metody založené na sestavení jednoduchých matematických modelů, které reprezentují rozhodnutí a hledají jeho nejvhodnější řešení.

Jestliže je k dispozici více informací, kritérií, podle kterých se musíme řídit, je možné využít model vícekriteriálního rozhodování (konkrétně vícekriteriální analýzu variant). Model zohledňuje kvantitativní i kvalitativní popis kritérií a aplikace metod není nijak složitá

Metody vícekriteriálního rozhodování je vhodné použít při typických firemních rozhodovacích problémech, jako jsou: výběr zaměstnance, výběr výrobního zařízení atp. Dále je možné použít model pro hodnocení konkurence v daném odvětví. Aplikace modelu vícekriteriální analýzy variant na analýzu konkurence v odvětví lze využít v případě, kdy pomocí modelu vícekriteriální analýzy variant můžeme uspořádat veškeré konkurenty na trhu na základě preferencí cílové skupiny.

Vícekriteriální analýzu variant lze stejným způsobem využít při výběru sportovních center. Cílová skupina sportovních center má na výběr mnoho variant, při správné identifikaci cílové skupiny, lze sestavit žebříček pro danou oblast a identifikovat tak kritéria ve kterých dosahují sportoviště nejlepších a nejhorších hodnot.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je zhodnotit úroveň lezeckých center v Praze. Dílčím cílem je průzkum konkurence pro lezecké centrum Smíchoff a specifikace požadavků cílové skupiny lezeckého centra. Rozhodovatel určí, která lezecká centra budou, podle jakých kritérií posuzována, pomocí responsí od návštěvníků center budou stanoveny preference kritérií. Veškeré výpočty budou provedeny pomocí metod vícekriteriální analýzy variant.

2.2 Metodika

Bakalářská práce je rozdělena na dvě hlavní části. První část práce obsahuje jsou teoretická východiska, která zahrnují literární rešerši. Konkrétně řeší problematiku vícekriteriálního rozhodování, která je popsána v odborné literatuře.

Vlastní část práce je rozdělena podle Simonovy teorie na tři fáze:

1. **Fáze Intelligence** – v první části vlastní práce bude definována rozhodovací situace. Na základě získaných potřebných informací od rozhodovatele bude vymezen model vícekriteriálního rozhodování, určeny a popsány varianty a jejich kritéria.
2. **Fáze Design** – v druhé části budou stanoveny váhy kritérií pomocí dotazníkového šetření. Respondenti budou hodnotit kritéria pomocí bodovací škály. Na základě jejich hodnocení budou váhy kritérií vypočítány bodovací metodou.
3. **Fáze Choice** – v třetí části budou uspořádány varianty podle ohodnocených kritérií pomocí vícekriteriální analýzy variant, konkrétně pomocí metody Promethee. Na závěr budou vyhodnoceny výsledky, zda naplnili dílčí cíle práce.

3 Teoretická východiska

3.1 Operační výzkum

Operační výzkum je vědní disciplína, která se zaměřuje na řešení a problematiku rozhodování v rámci určitého systému tak, aby systém fungoval co nejlépe (Jablonský, 2002 str. 9).

„Operační výzkum je možné charakterizovat i jako prostředek pro nalezení nejlepšího (optimálního) řešení daného problému při respektování celé řady různorodých omezení, které mají na chod systému vliv“ (Jablonský, 2002 str. 10).

„Pro operační výzkum není podstatné, co zkoumá, ale způsob, jakým to zkoumá“ (Zonková, 1995).

První zmínky o této disciplíně byly zaznamenány v průběhu 2. světové války, kdy se analyzovaly vojenské problémy a složité i taktické operace (Jablonský, 2002 str. 9).

V poválečném období sloužily navržené postupy a metody jak pro řízení vojenských operací, tak v ekonomické oblasti pro mírové účely. V roce 1950 vyšlo také první číslo odborného časopisu s názvem „Operational Research Quarterly“. Největší rozvoj operačního výzkumu je spjat s rozvojem výpočetní techniky na konci 20. století (Fábry, 2011 str. 11).

3.1.1 Modely operačního výzkumu

Základním nástrojem operačního výzkumu je matematické modelování. Při analyzování systému je využít jeho model, který je zároveň zjednodušeným obrazem reálného systému (Jablonský, 2002 str. 10)

Při modelování je třeba brát zřetel na přílišné zjednodušování skutečnosti, kdy získáme zkreslený model a výsledky budou nereálné, ale také se nepovažuje za správné zacházet do velkých detailů, jelikož následná analýza modelu bude těžko uskutečnitelná a výsledky nedosažitelné (Fábry, 2011 str. 16).

Modelování nabízí mnoho výhod. Umožňuje strukturalizaci systému a specifikaci všech možných variant stavu systému, libovolné časové intervaly při analýze chování systému, snadnou manipulaci pomocí změn parametrů, a to vše při nízkých nákladech na realizaci modelu (Jablonský, 2002 str. 10).

Definují se dva typy modelů, a to ekonomický a matematický model. Ekonomický model, charakterizovaný jako zjednodušený popis reálného systému, by měl obsahovat (Jablonský, 2002 str. 11):

- Cíl analýzy – například maximalizace zisku či minimalizace nákladů a rizik.
- Popis probíhajících systémů v procesu – zde se popisuje objem výroby a následné ovlivňování dosažených cílů.
- Popis činitelů ovlivňujících provádění procesů - na proces, který je prováděn s omezenou intenzitou, má vliv nespočet činitelů, které je třeba respektovat, například spotřeba omezených zdrojů při výrobě.
- Popis vzájemného vztahu mezi cílem analýzy, činiteli a procesy.

Matematický model je v podstatě ekonomický model pouze převedený na řešitelný model standardními postupy či převedený model do světa exaktních věd (Fábry, 2011 str. 11)

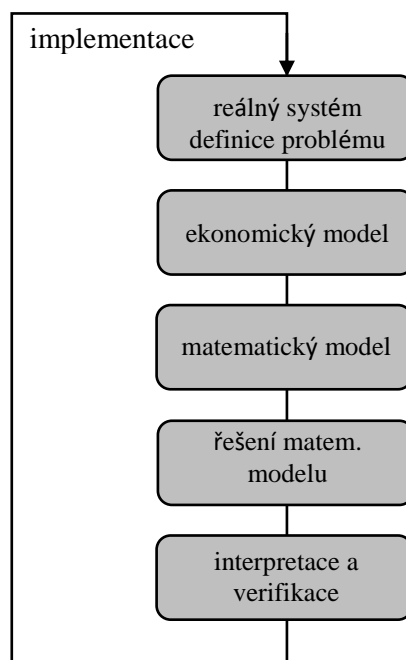
3.1.2 Podstata operačního výzkumu

Při aplikování operačního systému existuje několik na sebe navazujících fází (Obrázek 1). První a hlavní fáze je definice a rozpoznání problémů v rámci reálného systému, dále se formuluje ekonomický model daného problému, který zjednodušuje reálný systém a následně matematický model, díky němuž je možné problém řešit (Jablonský, 2002 str. 12)

Další fází po vyřešení problému (úlohy) je interpretace výsledků neboli vyjádření numerických výsledků, které byly získány. S tím je spojována i verifikace modelu neboli ověření, zda byl ekonomický a matematický model správně sestaven. Pokud doposud nedošlo k žádné chybě, následuje poslední fáze a to implementace, kdy se řešitel snaží uvést výsledky do praxe. Cílem implementace je zlepšit funkčnost systému. (Jablonský, 2002 str. 13) a (Fábry, 2011 str. 12)

Celý tento proces, splnění všech fází, by měl vést k vyřešení daného problému a provedená změna by měla být pro reálný systém přínosem. (Fábry, 2011 str. 13).

Obrázek 1 - Fáze operačního výzkumu



Zdroj: Jablonský, 2007, str. 11

3.1.3 Klasifikace disciplín operačního výzkumu

Matematické programování – řeší optimalizační úlohy pomocí lineárního a nelineárního programování, kdy aplikace úloh lineárního programování jsou častější. Jedná se například o optimalizace portfolia nebo určení strategie reklamy (Jablonský, 2002 str. 14).

Teorie her – zabývá se řešením rozhodovacích (konfliktních) situací se dvěma a více účastníky s odlišnými zájmy a strategiemi, které určují jejich chování. Hráči dosahují výsledku hry neboli výplaty (Šubrt, a další, 2011 str. 146).

Teorie grafů – graf se definuje jako množina uzlů a hran, kde hrany jsou spojnicemi mezi uzly. Každému uzlu (činnosti) je zadáno ohodnocení (kapacity, doba trvání). Hrany určují návaznost mezi uzly pomocí šipek. Nejběžnější z úloh teorie grafů je hledání nejkratší trasy mezi dvěma uzly. V praxi se využívá k časovému rozboru realizace projektu (Jablonský, 2002 str. 15).

Teorie zásob – nejdůležitější součást logistiky firem. Zabývá se evidencí, plánováním, regulací, financováním zásob a optimalizací objemu zásob s ohledem na minimalizaci nákladů (Fábry, 2011 str. 15).

Teorie hromadné obsluhy - – teorie front – studuje systémy, ve kterých dochází k procesům obsluhy mezi zákazníky a obsluhujícími centry. Systém se posuzuje podle dvou kritérií. Jakou dobu zákazník bude trávit ve frontě, jestli zůstane či frontu opustí a z pohledu obsluhy, jak jsou kanály obsluhy obsazené, jaký je zisk a celková doba obsluhy zákazníka (Šubrt, a kol., 2005 str. 130).

Model obnovy – zkoumá poruchovost jednotek v určitém systému, odhaduje, za jaké konkrétní časové období jednotky selžou a bude je třeba opravit či nahradit, přitom doba bezporuchového provozu jednotek je náhodná veličina (Jablonský, 2002 str. 16).

Markovovy rozhodovací procesy – zabývá se predikcí budoucího chování systému, které se mění s určitou pravděpodobností. (Jablonský, 2002 str. 16)

Simulace – efektivní metoda, která modeluje reálný systém na počítači a získává odhady sledovaných veličin. Využívá se u úloh, které se nedají vyřešit analyticky. Hodnotí a optimalizuje složité výrobní či komunikační systémy (Jablonský, a kol., 2004 str. 16).

Vícekritériální rozhodování – řeší rozhodovací problémy, kde se výsledky posuzují podle více kritérií. Cílem modelů vícekritériálního rozhodování je buď nalezení optimální varianty řešení nebo vyřazení neefektivních variant. Existují dvě skupiny těchto modelů, a to modely vícekritériálního hodnocení variant, který má zadaný konečný počet variant a hodnotí se podle zadaných kritérií a modely vícekritériální optimalizace, kde varianty jsou s nekonečně mnoho prvky vyjádřené omezujícími podmínkami a hodnotí se pomocí kritériálních funkcí (Šubrt, a kol., 2011 str. 147).

3.2 Proces rozhodování

Rozhodování je popisováno jako proces, při kterém se volí jediné rozhodnutí z mnoha alternativ rozhodnutí. Cílem procesu je vybrání té nejlepší možné alternativy. Pro rozhodovatele je důležité, aby znal věcnou stránku a dobře se orientoval v problematice celého procesu. (Šubrt, a kol., 2011 str. 116)

Při rozhodování je důležité zaměřit se na **objekt rozhodování**. Objekt rozhodování je konfliktní, problémová situace rozhodovatele. Objekt musí vybrat alespoň jednu variantu (tj. učinit právě jedno rozhodnutí). Rozhodovatel je v literatuře označován **subjektem rozhodování**. Rozhodnutí uskutečňuje s určitým cílem, přístupem a záměrem (Šubrt, a kol., 2011 str. 116).

Fotr a kol. (2010, str. 22) vysvětluje rozhodovací proces tak, jak ho popsal Herbert A. Simon, a to pomocí tří fází:

Intelligence – analýza okolí – první fáze procesu, v které se získávají informace a znalosti o problematice. Zde je třeba problém identifikovat, poté problém nalézt a také ho správně formulovat.

Design – návrh řešení – fáze navrhuje všechna možná řešení problému. Zde se sestavuje model vícekriteriálního rozhodování, varianty získávají určitá kritéria, podle kterých jsou ohodnoceny.

Choice – volba řešení – finální fáze, ve které se určuje konečná a nejlepší varianta na základě zvoleného modelu a vybrané metody řešení problému vícekriteriálního rozhodování. Následně je nejlepší řešení doporučeno k realizaci.

3.3 Vícekriteriální rozhodování

Modely vícekriteriálního rozhodování popisují situace, kdy se do rozhodování přidává několik kritérií. Šubrt a kol. (2011, str. 162) popisuje modely vícekriteriální analýzy variant jako „...rozhodovací problémy, v nichž se důsledky rozhodnutí posuzují podle více kritérií“. Využití modelů vícekriteriálního rozhodování je široké, v odborné literatuře lze nalézt množství příkladů použití vícekriteriálního rozhodování: např. hodnocení a výběr výrobků a služeb, výběr destinace (lokality) k zrealizování investice, přijímací řízení na školu nebo konkurzní řízení na pracovní pozici (Jablonský a kol., 2004 str. 42).

Podle Jablonského a Dlouhého (2004, str. 41) lze úlohy vícekriteriálního rozhodování rozdělit na dvě základní skupiny. Členění je závislé na způsobu, jak je definována množina rozhodovacích variant. Stejným způsobem dělí modely vícekriteriálního rozhodování Šubrt a kol., (2011, str. 162) na:

- modely vícekriteriální analýzy variant a
- modely vícekriteriální optimalizace.

Hlavní rozdílem mezi popsanými modely je definice množiny rozhodovacích variant. Modely vícekriteriální optimalizace mají množinu variant definovanou soustavou omezení v podobě reálných omezení modelované reality (Jablonský, 2002, Šubrt a kol., 2011) v matematickém vyjádření omezující podmínky. Ohodnocení jednotlivých variant – kritéria, jsou v modelu zadána prostřednictvím funkčního předpisu (účelové funkce modelu). Sestavený model je modelem lineárního programování s více účelovými funkcemi a představuje model vícekriteriálního programování (Jablonský, 2002, str. 271).

3.4 Model vícekriteriální analýzy variant (VAV)

Model vícekriteriální analýzy variant (VAV) obsahuje varianty definované úplným výčtem možností (seznamem variant) a jejich hodnocení je provedeno konečným seznamem jednotlivých kritérií. Pomocí modelu VAV je možné nalézt „nejlepší“ variantu, dá se vyřadit naprosto neefektivní varianta či jen seřadit množiny variant (Šubrt a kol., 2011 str. 162).

K pochopení modelu je třeba objasnit pojmy jako je varianta, kritérium a kriteriální matice, jelikož tvoří základní strukturu modelu VAV.

Brožová a kol. (2003, str. 4) definují **variantu** jako smysluplnou konkrétní rozhodovací možnost, která je předmětem vlastního rozhodování. Varianty je třeba zhodnotit podle určitého hlediska neboli **kritéria**. Hodnocení pomocí kritérií může být kvalitativní nebo kvantitativní.

Veškeré potřebné údaje o modelu lze uspořádat do **kriteriální matice** $Y = (y_{ij})$ (Obrázek 2), kde sloupce odpovídají kritériím a řádky hodnoceným variantám. (Šubrt a kol., 2011 str. 163).

Obrázek 2 - Kriteriační matice

$$Y = \begin{array}{c|cccc} & f_1 & f_2 & \dots & f_n \\ a_1 & y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ a_2 & y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_m & y_{m1} & y_{m2} & \dots & y_{mn} \\ \hline \end{array}$$

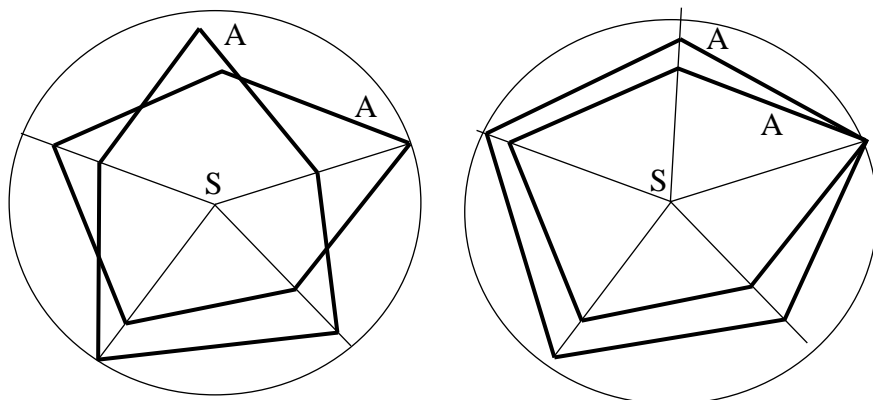
Zdroj: Šubrt a kol., 2011, str. 163

3.4.1 Typy variant

Podle Šubrt a kol. (2011 str. 165-167) se dělí varianty dle speciálních vlastností:

- **Dominovaná varianta** – varianta, která je ve všech zadaných kritériích horší než ostatní varianty. Naopak varianta, která jinou dominuje, se nazývá dominující. Jelikož do modelu vstupují pouze varianty, které jsou nedominované, je možnost zjistit například pomocí polygonu (Obrázek 3) vytvořeného z ohodnocení variant, o kterou z variant se jedná.

Obrázek 3 - Nedominovaná a dominovaná varianta



Zdroj: Brožová a kol. 2003, str. 20

- **Paretovská varianta** – nedominovaná varianta, která je vždy výsledkem vícekritériálního rozhodování. Může být hodnocena podle jednoho kritéria lépe na úkor dalšího, u kterého se hodnocení zhoršuje.
- **Ideální varianta** – reálná, nejčastěji ale hypotetická varianta, která dosahuje nejlepších hodnot podle všech posuzovaných kritérií. Hypotetická je proto, že téměř nikdy neexistuje v množině řešení.
- **Bazální varianta** – přesný opak ideální varianty. Dosahuje ve podle všech kritérií nejhoršího ohodnocení a také se v modelech objevuje minimálně, spíše vůbec.
- **Kompromisní varianta** – nedominovaná varianta, která je nejčastěji doporučována jako řešení problému. Důležitý je způsob určení kompromisní varianty. Může to být varianta se vzdáleností nejbližší k variantě ideální, dále varianta s největším součtem normalizovaných hodnot ukazatelů nebo se dá zjistit pomocí párového porovnávání hodnot všech dvojic variant podle všech kritérií.

3.4.2 Typy kritérií

Brožová a kol. (2003 str. 5) rozdělují kritéria podle **povahy**:

- **Maximalizační** – podle tohoto kritéria jsou nejlepšími variantami ty, které dosahují nejvyšších hodnot.
- **Minimalizační** – **kritérium kde** mají nejlepší varianty nejnižší hodnoty.

Doporučuje se pracovat s určitým modelem, kde jsou všechna kritéria jedné povahy, nejlépe maximalizační. Pro dosažení této podmínky existuje způsob, jak kritéria převést, a to vynásobením celého sloupce kritériální matice hodnotou -1. Na první pohled nebude jasná interpretace kritéria, ale podle matematického hlediska je tento způsob naprosto korektní (Brožová a kol., 2003 str. 5).

Dále se kritéria rozlišují podle **kvantifikovatelnosti**:

- **Kvantitativní** – objektivní kritéria, podle kterých jsou hodnoty variant objektivně měřitelné, jelikož jsou vyjadřovány pomocí čísel.
- **Kvalitativní** – podle tohoto kritéria jsou hodnoty variant často uživatelem subjektivně odhadnuté a nejčastěji slovně popsáné, tudíž je nelze objektivně měřit.

Lze však pomocí bodovací stupnice varianty podle kvalitativního kritéria ohodnotit (Šubrt a kol., 2011 str. 164).

Při řešení modelu VAV je zapotřebí porovnat kritéria mezi sebou podle důležitosti. Určuje se preference kritéria, která se podle Šubrt, a kol. (2011 str. 164-165) stanovují jako:

- **Aspirační úroveň** – hodnota kritéria, které musí být dosaženo. U maximalizačního kritéria určuje minimální přípustnou hodnotu a u minimalizačního naopak hodnotu maximální. Existují tzv. konjunktivní a disjunktivní přístup k aspiračním úrovním.
- **Konjunktivní přístup** nařizuje, že k řešení problému jsou přípustné pouze varianty, které splňují všechny aspirační úrovně kritérií bez výjimky.
- **Disjunktivní přístup** je benevolentnější a připouští k řešení všechny varianty, které splňují alespoň jeden požadavek aspiračních úrovní.
- **Váha kritéria** – hodnota z intervalu $\langle 0;1 \rangle$, která určuje, kolikrát je jedno kritérium důležitější než druhé. Je to relativní vyjádření důležitosti kritéria. Součet vah se musí rovnat jedné.
- **Kompenzace hodnot kritérií** – i když má jedno kritérium špatné hodnoty varianty, neznamená to, že nemůže mít u jiného kritéria nejlepší hodnoty. Je možno kompenzovat ohodnocení variant.

3.4.3 Klasifikace úloh VAV

Při klasifikaci úlohy VAV se hledí na dvě podmínky. Jakého je potřeba dosáhnout cíle řešení úlohy a s jakou konkrétní informací úloha pracuje (Fábry, 2011 str. 130).

Podle cíle řešení dělí úlohy VAV Šubrt a kol. (2011, str. 167) na tři základní okruhy:

1. **Úlohy, u kterých je cílem vybrat kompromisní variantu** – cílem je vybrat nejlepší variantu, podle zadaných kritérií. Výsledná varianta se může lišit podle toho, jaká se zvolí metoda pro posouzení variant.
2. **Úlohy, jejichž cílem je uspořádat množiny variant** – obvyklý cíl těchto úloh je seřazení variant od nejlepší po nejhorší. Z množiny variant se vybere nejlepší, přiřadí se jí pořadí a následuje další seřazení hodnot variant a následující nejlepší

variantě se přidělí druhé místo a tak dále, až do vytvoření celkového pořadí ze všech variant.

- 3. Úlohy, u kterých rozdělujeme množinu variant na efektivní a neefektivní** – jedna možnost, jak množinu rozdělit, je rozhodnutí o tom, že každá efektivní varianta je lepší než nastavené aspirační hodnoty. Druhá možnost, málo používaná, je přidání fiktivních variant, jejichž kriteriální hodnoty budou odpovídat hraničním hodnotám, tudíž varianty umístěné nad hranicí jsou efektivní, varianty horší, než fiktivní hodnoty jsou neefektivní.

Dále lze dělit úlohy **podle typu informace** o preferencích mezi kritérii a mezi variantami. Konkrétně Brožová a kol. (2003, str. 9) tyto informace rozdělují následovně:

- **Žádná informace** – možnost, že existuje informace o preferencích mezi variantami se vylučuje, jelikož bez ní nelze určit lepší a horší variantu. Tudíž tato situace je přípustná pouze pro preference kritérií.
- **Nominální informace** – tato informace se také týká pouze preference kritéria, jelikož se vyjadřuje pomocí aspiračních úrovní. Vyjadřuje úroveň hodnot, při kterých se varianta akceptuje či neakceptuje.
- **Ordinální informace** – vyjadřuje pořadí kritérií podle toho, jak jsou důležitá nebo uspořádává varianty podle kriteriálního hodnocení.
- **Kardinální informace** – má kvantitativní i kvalitativní charakter. U preferencí kritérií se jedná o váhy. Při hodnocení variant podle daného kritéria se jedná o zpravidla číselné vyjádření, přičemž nezáleží na pořadí porovnávaných variant.

Pomocí jaké metody se kvantifikují určité typy informací o preferencích mezi kritérii je uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1 - Metody kvantifikace typů informací o preferencích mezi kritérii

Informace o preferencích mezi kritérii		
Informace	Metoda	Výstup
Žádná	Entropická metoda	Vektor vah kritérií
Nominální	Metoda aspiračních úrovní	Aspirační úrovně kritérií
Ordinální	Metoda pořadí	Vektor vah kritérií
	Fullerova metoda	
Kardinální	Bodovací metoda	
	Saatyho metoda	

Zdroj: Šubrt a kol. 2011, str. 169

Analogicky se také určují nejpoužívanější metody k zpracování informací o preferencích mezi variantami (Tabulka 2).

Tabulka 2 - metody zpracovávající informace o preferencích mezi variantami

Informace o preferencích mezi variantami						
Metoda	Aspirační úrovně	Ordinální informace	Kardinální informace			
			Funkce užítku	Vzdálenost variant od ideální a bazální varianty	Preferenční relace	Mezní míra substituce
			Metoda PRIAM	Lexikografická	Metoda váženého součtu	Metoda TOPSIS
		ORESTE		Metoda PROMETHEE		
		Permutační		Metoda ELECTRE		

Zdroj: Šubrt a kol. 2011, str. 170

„Je potřeba zdůraznit, že neexistuje univerzálně použitelná kombinace metod pro stanovení obou typů preferencí, která by se dala použít na libovolnou úlohu, ale naopak je potřeba pro každou individuální úlohu stanovit konkrétní postup řešení“ (Šubrt, a kol., 2011 str. 169).

3.5 Metody stanovení vah kritérií

Po sestavení modelu VAV je třeba jej analyzovat, dojít ke konečnému řešení problému. Mezi první kroky analýzy modelu VAV patří stanovení vah kritérií. Je zapotřebí sestavit váhy v numerické podobě. K tomu slouží několik jednoduchých postupů, které se dají rozdělit podle typu informací, které jsou k dispozici (Jablonský, 2002 str. 275).

3.5.1 Stanovení vah kritérií z ordinální informace

Jablonský (2002) a Šubrt a kol. (2011) popisují dva postupy pro stanovení vah kritérií z ordinální informace. Zde se vyjadřuje důležitost kritérií přiřazením pořadového čísla – metoda pořadí nebo se porovnávají všechny dvojice kritérií mezi sebou pomocí Fullerova trojúhelníku.

Metoda pořadí vyžaduje pouze seřazení kritérií od nejdůležitějšího po kritérium nejméně důležité. Dále se ohodnotí nejdůležitější kritérium počtem bodů (počet kritérií) a další v pořadí získávají vždy o jeden bod méně, až kritérium ohodnocené jako nejméně důležité získá jeden bod. Jelikož je zapotřebí k hodnocení více expertů, k získání vah sečteme body, které kritérium získalo od každého experta a podělíme je celkovým součtem bodů, které experti rozdělili mezi všechna kritéria. Tento postup, který určuje konečné váhy kritérií, se nazývá normalizace vah kritérií.

Metoda Fullerova trojúhelníku, metoda párové porovnávání vyjadřuje vztah mezi dvojicí hodnocených kritérií. V trojúhelníkovém schématu (Obrázek 4) jsou vyznačeny dvojice kritérií tak, že každá dvojice se zde vyskytuje pouze jednou. Dále se porovnává, které kritérium je pro rozhodovatele důležitější – je zvýrazněno tučně, zakroužkováno nebo zapsáno do matice pomocí 1 (důležité) a 0 (nedůležité). Váhy kritérií se poté určují stejným způsobem jako v metodě pořadí, a to normalizací.

Obrázek 4 - Schéma Fullerova trojúhelníku

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

Zdroj: Brožová a kol. 2003, str. 8

3.5.2 Stanovení vah z kardinální informace

U kardinální informace o preferencí kritérií, se stejně jako u ordinální, určuje důležitost kritérií pořadím. Určit váhy je možné pomocí bodovací metody a poměrem důležitosti mezi všemi dvojicemi kritérií Saatyho metodou kvantitativního párového porovnávání (Šubrt, a kol., 2011 str. 173).

Saatyho metoda slouží k párovému porovnávání kritérií, které hodnotí pouze jeden expert. Používá se devítibodová stupnice (1 – 9), kde lichá čísla jsou hlavními stupni hodnocení a sudá čísla se používají jako mezistupně. Hodnoty se zapisují do Saatyho matice (Obrázek 5), u které je třeba brát zřetel na její konzistenci, která se dá určit pomocí indexu konzistence (Brožová, a další, 2003 stránky 16-17).

Obrázek 5 - Saatyho matice

$$\begin{matrix}
 & f_1 & f_2 & \dots & f_k \\
 f_1 & \begin{bmatrix} 1 & s_{12} & \dots & s_{1k} \end{bmatrix} \\
 f_2 & \begin{bmatrix} 1/s_{12} & 1 & \dots & s_{2k} \end{bmatrix} \\
 \vdots & \begin{bmatrix} \vdots & & & \end{bmatrix} \\
 f_k & \begin{bmatrix} 1/s_{1k} & 1/s_{2k} & \dots & 1 \end{bmatrix}
 \end{matrix}$$

Zdroj: Brožová a kol. 2003, str. 17

Bodovací metoda již podle názvu naznačuje, že k hodnocení je zapotřebí bodovací stupnice. V rámci bodování se smí používat jak desetinná čísla, tak je možné přiřadit více kritériím stejný počet bodů. K využití této metody je zapotřebí hodnocení od více expertů, kteří přiřadí nejvíce bodů kritériu, které je pro ně důležité a nejméně bodů kritériu, které je nejméně důležité. V bodovací škále se nejčastěji využívá stupnice 1 – 10, ale dá se také využít 0, která říká, že toto kritérium nemá pro rozhodovatele žádný význam a může se z analýzy modelu vyřadit (Šubrt a kol., 2011 str. 174).

Při samotném výpočtu vah se u každého kritéria sečte počet bodů, které získalo od experta a vydělí se celkovým počtem bodů, které experti rozdělili mezi všechna kritéria. Tomuto postupu se říká normalizace vah kritérií. Hodnoty váhového vektoru se normalizují podle vztahu:

$$V_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i} \quad (1)$$

kde b_j je součet všech bodů od jednotlivých expertů, které j-tému kritériu tito experti přidělili (Šubrt a kol., 2011 str. 174).

3.6 Metody výběru kompromisních variant

Nejčastějším přístupem k řešení modelu VAV je hledání kompromisní varianty. Metody výběru kompromisních variant lze členit podle toho, jaké jsou typy informací o preferencích mezi kritérii i mezi variantami a zda vyžadují aspirační úroveň kritérií (Šubrt a kol., 2011 str. 178).

Metody vyžadující aspirační úroveň kritérií

Pro výpočet vyžadující aspirační úroveň kritéria, je nezbytné vytvořit aspirační úroveň pomocí nominálních informací. Dále musí být známá kardinální ohodnocení variant podle jednotlivých kritérií.

Nejčastěji se množina variant rozděluje do dvou skupin, první skupina splňuje zadané aspirační úroveň a druhá nesplňuje. Jestliže dojde k situaci, kdy žádná varianta nesplňuje zadané úroveň, je třeba aspirační úroveň pozměnit.

Metoda bazické varianty využívá právě bazickou variantu, která dosahuje nejlepších hodnot podle všech kritérií. Kompromisní varianta se vypočítá pomocí tzv. užitek funkce. (Šubrt, a kol., 2011 stránky 180-183).

3.6.1 Metody využívající ordinální informace

Lexikografická metoda vybírá kompromisní variantu podle nejdůležitějšího kritéria. Je-li takových variant více, bere se v potaz v pořadí druhé nejlepší kritérium, dále třetí až do doby, než je vybrána jediná varianta, která splňuje tyto požadavky.

Metoda ORESTE vyžaduje uspořádání variant a kritérií podle pořadí. Následně se určuje vzdálenost každé varianty podle jednotlivých kritérií od fiktivního počátku (pořadová čísla fiktivní varianty a fiktivního kritéria jsou 0. Varianty jsou podle pravidel uspořádány, a nakonec je provedena preferenční analýza (Brožová, a kol., 2003 str. 23).

3.6.2 Metody využívající kardinální informaci

Funkce užitku vyčísluje užitek, který by každá varianta při realizaci přinesla. Vyčísluje se na škále od 0 do 1. Varianta s funkcí užitku v hodnotě 0 je brána jako bazální varianta a s hodnotou 1 jako ideální varianta. Rozlišuje se více typů funkcí, a to lineární, progresivní a degresivní (Šubrt a kol., 2011 str. 188).

Metoda váženého součtu dokáže sestavit hodnocení pro každou variantu zvlášť, tudíž ji lze použít jak pro výběr kompromisní varianty, tak pro porovnání variant mezi sebou. Tato metoda funguje na podobném principu jako funkce užitku. Určuje se ideální a bazální varianta a podle nich se vypočítává agregovaná funkce užitku pro jednotlivé varianty (Šubrt a kol., 2011 str. 189).

Metoda AHP (Analytic Hierarchy Process) pomáhá zjednodušit rozhodování ve složitých situacích. Je postavena na párovém porovnání variant. Metoda vyžaduje zkonstruování hierarchické struktury problému, při použití metody AHP je nezbytné určit preference mezi všemi páry porovnávaných komponent. (Belton, a kol., 2002 str. 150), a (Evangelos, 2000 str. 4).

Metoda Topsis řadí varianty podle relativní vzdálenosti od ideální a bazální varianty za pomoci vážené kritériální matice a relativních ukazatelů vzdáleností. I tato metoda funguje na principu párového porovnávání všech variant podle zadaných kritérií (Šubrt, a kol., 2011 str. 193).

3.6.2.1 Metoda PROMETHEE

Metoda Promethee vybírá kompromisní variantu pomocí párového porovnání variant podle všech kritérií. Výsledkem tohoto srovnání je vyjádření intenzity preference mezi dvojicemi variant (Rodin, a kol., 1989).

Konkrétní postup řešení metody PROMETHEE popisuje Brožová a kol. (2003, str. 40) několika kroky:

Krok 1:

„Určení koeficientů $P_i(a_r; a_s)$ z intervalu $\langle 0; 1 \rangle$, které vyjadřují intenzitu preference varianty a_r ve vztahu k variantě a_s podle kritéria j . Intenzita závisí na rozdílu kritériálních hodnot $d_j = y_{rj} - y_{sj}$ a vyjadřuje se funkcí $Q(d_j)$ “ (Brožová a kol. 2003, str. 40).

Existuje šest základních typů preferenčních funkcí Q . Určuje se několik parametrů funkce, a to práh preference (významnost rozdílu variant podle hodnoty kritéria), práh indiference (nevýznamnost) a směrodatná odchylka normálního rozdělení (Rodin a kol. 1989, str. 1208).

- **Preferenční funkce č.1** – Jakýkoli rozdíl mezi kritériálními hodnotami variant je považován za absolutní preferenci, pouze při stejných hodnotách kritérií, jsou varianty indiferentní. U této funkce není potřeba určovat parametry a platí, pokud:

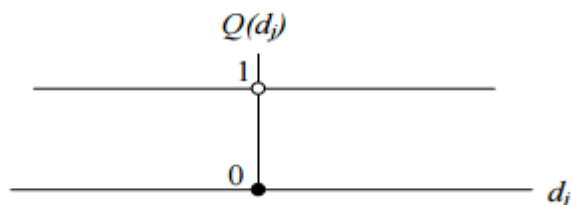
$$Q(d_j) = 0, \text{ pokud } d_j = 0. \quad (2)$$

.

$$Q(d_j) = 1, \text{ pokud jinak.} \quad (3)$$

Na obrázku 6 je zachycen průběh funkce (Brožová a kol. 2003, str. 40).

Obrázek 6 - Průběh preferenční funkce č.1



Zdroj: Brožová a kol. 2003, str. 41

- **Preferenční funkce č.2.** – funkce řeší, které rozdíly hodnot kritérií jsou indiferentní. Určuje se parametr – hodnota prahu indiference q , který vymezuje šířku intervalu

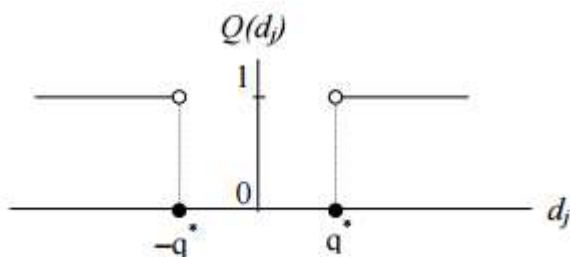
indiference rozdílů mezi kritériálními hodnotami variant. Pokud je rozdíl mezi hodnotami větší, je jim přiřazen vztah absolutní preference. Platí tedy:

$$Q(d_j) = 0, \text{ pokud } |d_j| \leq q, \quad (4)$$

$$Q(d_j) = 1, \text{ jinak.} \quad (5)$$

Na obrázku 7 je zachycen průběh funkce (Rodin a kol. 1989, str. 1208).

Obrázek 7 - Průběh preferenční funkce č.2



Zdroj: Brožová a kol. 2003, str. 41

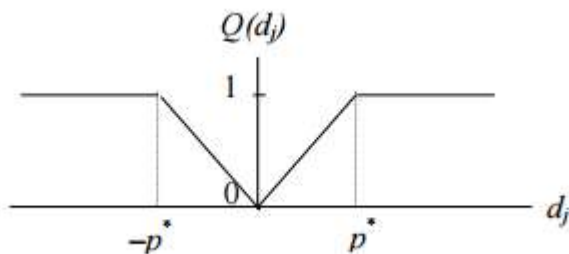
- **Preferenční funkce č.3.** – funkce připouští pro vyjádření stupně preference i hodnoty v intervalu $\langle 0;1 \rangle$. Je třeba zadat práh preference p . Při nedosažení prahové hodnoty se stupeň preference rovná méně než jedna. K indiferenci dochází při úplné shodě kritériálních hodnot. Platí tedy:

$$Q(d_j) = |d_j|/p, \text{ pokud } |d_j| \leq p, \quad (6)$$

$$Q(d_j) = 1, \text{ jinak.} \quad (7)$$

Na obrázku 8 je zachycen průběh funkce (Brožová a kol. 2003, str. 40).

Obrázek 8 - Průběh preferenční funkce č.3



Zdroj: Brožová a kol. 2003, str. 41

- **Preferenční funkce č.4.** – Pro využití této funkce je potřeba určit tři hodnoty preference. Práh preference p , který nabývá hodnoty 1, střední stupeň preference

s hodnotou 0,5 a práh indiference q s hodnotou 0. Ke střední preferenci dochází tehdy, když rozdíl kriteriálních hodnot není větší než práh preference, ani menší než práh indiference. Platí tedy:

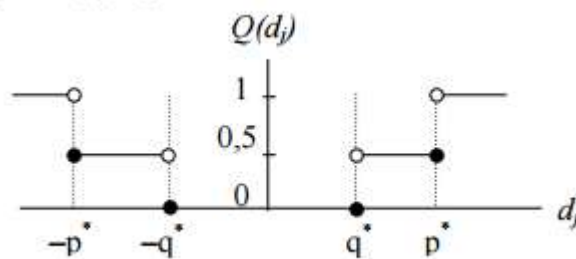
$$Q(d_j) = 0, \text{ pokud } |d_j| \leq q, \quad (8)$$

$$Q(d_j) = 0,5, \text{ pokud } q < |d_j| \leq p, \quad (9)$$

$$Q(d_j) = 1, \text{ pokud } |d_j| > p. \quad (10)$$

$Q(d_j) = 1$, pokud $|d_j| > p$. (Rodin a kol. 1989, str. 1208). Na obrázku 9 je zachycen průběh funkce.

Obrázek 9 - Průběh preferenční funkce č.4



Zdroj: Brožová a kol. 2003, str. 41

- **Preferenční funkce č.5.** – funkce slučuje vlastnosti preferenční funkce č.3 a č.4, jelikož pracuje s oběma prahovými hodnotami preference a indiference. Přechod mezi nimi je plynulý a souvislý. Pro hodnoty rozdílu kriteriálních hodnot nacházejících se mezi prahem preference a indiference stupeň preference lineárně klesá při poklesu tohoto rozdílu. Platí:

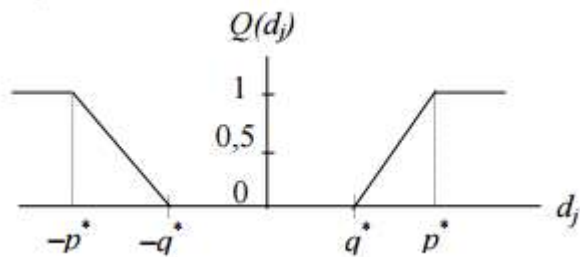
$$Q(d_j) = 0, \text{ pokud } |d_j| \leq q, \quad (11)$$

$$Q(d_j) = \frac{|d_j| - q}{p - q}, \text{ pokud } q < |d_j| \leq p, \quad (12)$$

$$Q(d_j) = 1, \text{ pokud } |d_j| > p. \quad (13)$$

Na obrázku 10 je zachycen průběh funkce (Brožová a kol. 2003, str. 41).

Obrázek 10 – Průběh preferenční funkce č.5



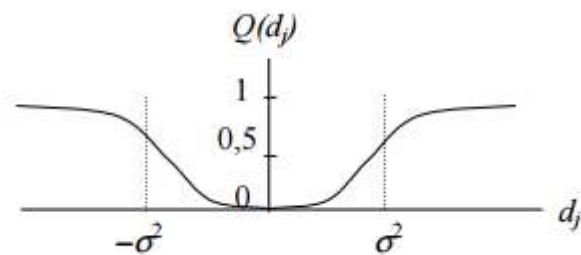
Zdroj: Brožová a kol. 2003, str. 41

- **Preferenční funkce č.6.** – jedná se o speciální typ funkce. „Transformuje rozdíl v hodnocení variant podle kritérií pomocí Gaussovy funkce. Je nutné určit parametr sigma, což je směrodatná odchylka normálního rozdělení. Hodnota této funkce se s rostoucí diferencí blíží jedné, ale nikdy ji nedosáhne. Nikdy nenastane vztah absolutní preference“. Platí tedy:

$$Q(d_j) = 1 - e^{\frac{-d_j^2}{2\sigma^2}}. \quad (14)$$

Na obrázku 11 je zachycen průběh funkce (Rodin a kol. 1989, str. 1208).

Obrázek 11 - Průběh preferenční funkce č.6



Zdroj: Brožová a kol. 2003, str. 41

Krok 2:

Po zvolení intenzity preferencí pro každou dvojici variant, lze vypočítat globální preferenční index

$$P(a_r; a_s) = \sum_{j=1}^n v_j P_j(a_r; a_s), \quad (15)$$

kde v_j jsou váhy kritérií. (Brožová a kol. 2003, str. 41).

Krok 3:

Dalším krokem je výpočet pozitivních a negativních toků pro každou variantu. „Pokud by se indexy P (a_r, a_s) uspořádali do matice $m \times n$ (pro m variant), potom pozitivní tok F_i^+ pro každou variantu je definován jako průměr hodnot v příslušném řádku této matice a negativní tok F_i^- jako průměr v příslušném sloupci této matice“ (Brožová a kol. 2003, str. 41).

Krok 4:

Výsledkem metody PROMETHEE je uspořádání variant podle klesajícího čistého toku. Čistý tok se vypočítá jako rozdíl mezi pozitivním a negativním tokem (Brožová a kol. 2003, str. 41). Platí:

$$F_i = F_i^+ - F_i^- \quad (16)$$

4 Vlastní práce

Zadavatelem a zároveň i rozhodovatelem při aplikaci modelu vícekritériální analýzy variant je lezecké centrum Smíchov nacházející se v Praze na Smíchově. Součástí centra je lezecká stěna s rozlohou 3000 m² a boulder s rozlohou 1000 m².

Lezecké centrum Smíchov denně navštěvuje několik stovek pravidelných i nepravidelných lezců. Cílem práce je porovnat a seřadit osm lezeckých center včetně centra Smíchov, které si rozhodovatel sám určil jako hlavní konkurenty. Lezecká centra (varianty) se budou posuzovat podle základních parametrů (kritérií), které zadal rozhodovatel. Dále je třeba identifikovat problematická kritéria, a naopak silná kritéria.

Prvky rozhodování

Kritériím je třeba přiřadit preference a spočítat váhy. Důležitost zadaných parametrů bude zjištěna od návštěvníků lezeckých center pomocí dotazníkového šetření (Příloha 8.1.1), kde budou všechna kritéria obodována podle zadané škály a pomocí bodovací metody budou vypočítány samotné váhy kritérií. Nejdříve budou varianty řazeny podle výsledku obecného modelu, podle vah kritérií určených od všech respondentů.

Cíl rozhodování

Pro rozhodovatele je důležité porovnání responsí od pravidelných a nepravidelných návštěvníků lezeckých center. Pomocí identifikační otázky „*Vyzkoušel/a si někdy lezeckou stěnu?*“ budou respondenti rozděleni do dvou zmíněných skupin. Přesný popis, kdo je a kdo není pravidelný návštěvník zadaný není. V otázce je prostor pro samotné posouzení respondenta, zda se považuje za pravidelného lezce či nikoli. Podle odpovědí v dotazníku může zvolit odpověď, že lezecké centrum navštěvuje pravidelně (pravidelný návštěvník), občas nebo že centrum navštívil pouze jednou (nepravidelný návštěvník).

Cílová skupina

Cílová skupina návštěvníků pro rozhodovatele je skupina pravidelných lezců. Veškeré marketingové kampaně, poskytované služby či délku a rozmanitost lezeckých cest se snaží Smíchov přizpůsobit požadavkům pravidelných lezců.

Cílem práce je vytvoření modelu VAV podle zvolených kritérií, zhodnocení variant metodou Promethee, čímž se zjistí konkurence pro Smíchov a následné doporučení pro rozhodovatele, zda nastavení zvolených parametrů lezeckého centra odpovídá požadavkům pravidelných lezců.

4.1 Fáze intelligence

4.1.1 Seznam a charakteristika kritérií

K porovnání lezeckých center (variant) je zapotřebí určit kritéria, která stěny charakterizují. Každé kritérium má reálnou hodnotu vyjádřenou určitou informací, jedná se o základní parametry lezeckých stěn. Základem modelu je určit relevantní kritéria, která obecně ovlivňují rozhodovatele při výběru stěny. Pomocí dotazníku pro veřejnost budou identifikována vhodná kritéria a využity pouze parametry lezeckých center s největším významem.

Parametry (kritéria) lezeckých center zvolené rozhodovatelem jsou:

- **Cena vstupu** se v lezeckých centrech dělí na vstupné v **dopoledních hodinách** a na vstupné **ve špičce**. Návštěvnost stěn bývá v odpoledních hodinách vyšší, proto je i u všech zkoumaných center dražší vstupné. Jde o kvantitativní minimalizační kritérium.
- **Neomezené vstupné** je bráno jako výhoda pro návštěvníky lezeckých center, jelikož zaplatí pouze jednou a návštěva trvá neomezeně. V některých ze zkoumaných center jsou zavedeny návštěvní cykly například po pěti hodinách. Po uplynutí této doby musí návštěvník znovu zaplatit vstupné dle ceníku. Hodnota kritéria je kvalitativní, jelikož bude určena pouze na základě odpovědí ANO (neomezené vstupné) a NE (hodinové cykly).
- **Cena půjčení kompletního lezeckého vybavení** se u stěn liší jen minimálně, přesto je to důležité kritérium při rozhodování návštěvníka, jelikož ne každý vlastní lezecké vybavení. Jedná se o kvantitativní minimalizační kritérium.
- **Cena lezeckého kurzu** je kvantitativní minimalizační kritérium. Jde o cenu za hodinu kurzu se zkušeným instruktorem. Kritérium je důležité hlavně pro návštěvníky, kteří chtějí navštívit lezecké centrum poprvé nebo pro začátečníky.
- **Možnost platby kartou** je důležitá pro návštěvníky, kteří u sebe nenesí hotovost. Je to bráno jako výhoda pro lezecké centrum, když vlastní platební terminál. Jde o kvalitativní kritérium s ohodnocením ANO (placení kartou) nebo NE.

- **Venkovní stěna** může být součástí lezeckého centra. Je to bráno jako výhoda, jelikož má stěna k dispozici větší prostor pro lezení. Jde o kvalitativní kritérium ohodnoceno odpověďmi ANO (vlastní venkovní stěnu) a NE (nevlastní).
- **Navijáky** jsou zařízení, která slouží návštěvníkům lézt, bez jištění od druhého člověka. Díky navijáku může lezec na stěnu přijít sám kdykoli v otevírací době. Pro lezecké centrum je proto výhodné vlastnit navijáky pro navýšení počtu návštěvníků. Kritérium je kvantitativní a maximalizační, vyjádřené konkrétním počtem navijáků.
- **Plocha boulderu** v metrech čtverečních je kvantitativní maximalizační kritérium, které určuje, zda lezecké centrum vlastní boulder a jak velký. Boulder je nízká lezecká stěna, kde není zapotřebí jističe, leze se bez lana.
- **Dopravní dostupnost** k lezeckému centru je určena dle toho, kolika dopravními prostředky je možné se dopravit ke stěně. Jedná se o kvalitativní kritérium ohodnoceno třemi odpověďmi. Výborná dostupnost – tři a více dopravních prostředků, velmi dobrá – dva dopravní prostředky a dobrá – jeden dopravní prostředek.

Další možná kritéria určují technické parametry stěny. Jedná se o kvantitativní maximalizační kritéria.

- **Výška stěny** – v metrech
 - **Plocha stěny** – v metrech čtverečních
- Počet lezeckých cest**

4.1.2 Charakteristika variant

V rámci výzkumu lezeckých center v Praze bylo vybráno osm konkrétních stěn, které budou pomocí modelu VAV seřazeny a porovnávány (Tabulka 3). Jde o lezecká centra Mammut v Holešovicích, Smíchov, Big Wall Hudy Vysočany, Ruzyně, Free Solo Chodov, SC Palmovka, SquashPark Cibulka v Košířích a Trináctka ve Stodůlkách.

Tabulka 3 - Sídla lezeckých center

Lezecké centrum	Sídlo
Mammut	Holešovice
Smíchoff	Smíchov
BigWall	Vysočany
Ruzyně	Ruzyně
FreeSolo	Chodov
Sportcentrum	Palmovka
SquashPark Cibulka	Košíře
Třináctka	Stodůlky

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce 4 je sepsán souhrn všech zkoumaných variant a jejich ohodnocených kritérií. Všechny hodnoty kritérií jsou vzaty z veřejných zdrojů, jako jsou webové stránky lezeckých center. Některé hodnoty kritérií byly zjištěny při návštěvě stěn.

Tabulka 4 - souhrn variant a ohodnocených kritérií

	Cena vstupu (Kč)		Neomezené vstupné	Cena půjčení vybavení (Kč)	Cena kurzu (Kč/hod)	Placení kartou	Technické parametry stěny			Navijáky	Venkovní stěna	Plocha boulderu (m ²)	Dopravní dostupnost
	běžné	ve špičce					výška stěny (m)	počet cest	plocha stěny (m ²)				
HOLEŠOVICE	85	125	ANO	130	350	NE	12	325	2600	0	NE	0	velmi dobrá
SMÍCHOV	100	125	ANO	140	400	ANO	16	331	3000	9	NE	1000	velmi dobrá
VYSOČANY	95	150	ANO	150	380	NE	20	300	3000	2	NE	300	velmi dobrá
RUZYNĚ	95	110	ANO	140	350	NE	12	130	600	0	ANO	300	dobrá
CHODOV	80	110	ANO	130	360	ANO	18	105	1000	0	ANO	200	dobrá
PALMOVKA	80	120	NE	130	340	NE	14	120	700	0	NE	200	výborná
KOŠÍŘE	60	90	ANO	130	350	ANO	13	110	700	0	ANO	0	velmi dobrá
STODŮLKY	90	130	NE	140	380	ANO	17,5	104	1000	0	NE	600	dobrá
Kritérium	MIN	MIN	MAX	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX

Zdroj: Vlastní zpracování

Kritéria jsou vyjádřena jak kvantitativně, tak kvalitativně. K výpočtu je nutné všechna kritéria kvantifikovat. Kvalitativní budou převedena na kvantitativní pomocí bodového hodnocení. Varianta s hodnotou kritéria ANO získá 1 bod a s hodnotou NE získá 0 bodů. Kritérium *dopravní dostupnost* získá bodové hodnocení následovně: hodnota výborná získá 5 bodů, velmi dobrá získá 3 body a dobrá získá 1 bod. Veškeré bodové ohodnocení bylo stanoveno rozhodovatelem (Tabulka 5).

Tabulka 5 - Bodové hodnocení kvalitativních kritérií

	Neomezené vstupné	Počet bodů	Placení kartou	Počet bodů	Venkovní stěna	Počet bodů	Dopravní dostupnost	Počet bodů
HOLEŠOVICE	ANO	1	NE	0	NE	0	velmi dobrá	3
SMÍCHOV	ANO	1	ANO	1	NE	0	velmi dobrá	3
VYSOČANY	ANO	1	NE	0	NE	0	velmi dobrá	3
RUZYNĚ	ANO	1	NE	0	ANO	1	dobrá	1
CHODOV	ANO	1	ANO	1	ANO	1	dobrá	1
PALMOVKA	NE	0	NE	0	NE	0	výborná	5
KOŠÍŘE	ANO	1	ANO	1	ANO	1	velmi dobrá	3
STODŮLKY	NE	0	ANO	1	NE	0	dobrá	1

Zdroj: Vlastní zpracování

4.2 Fáze design

4.2.1 Stanovení vah kritérií – obecný model

K realizaci modelu VAV pomocí metody PROMETHEE je nezbytné stanovit váhy kritérií. Váhy budou zjištěny pomocí dotazníkového šetření (Příloha 7.1.1). Respondenti budou dotazováni na pohlaví a věk pro orientaci, kdo konkrétně se zajímá o výzkum lezeckých center. V práci budou porovnány výsledky modelů u třech skupin respondentů. V prvním modelu bude zahrnuto hodnocení všech respondentů, v druhém hodnocení nepravidelných návštěvníků a v třetím hodnocení pravidelných návštěvníků lezeckých center. Proto bude vytvořena otázka na četnost návštěv lezeckých center.

Konkrétní váhy kritérií budou stanoveny z odpovědí respondentů na to, zda jsou zadaná kritéria významná či nevýznamná při výběru konkrétního lezeckého centra. Pro respondenty je připravena bodovací škála od 0 do 10 bodů vzestupně podle významnosti. 0 bodů znamená absolutní nevýznamnost kritéria, kritérium bude vyřazeno z analýzy. Jedná se o určování vah kritérií bodovací metodou.

Dotazník vyplnilo 329 respondentů, kteří obodovali každé kritérium podle svého názoru. Při výpočtu vah se sečtou všechny získané body u jednotlivých kritérií a vydělí se celkovým počtem bodů, která kritéria získala od všech respondentů (vzorec 1). V tabulce 6 jsou vypočteny váhy pro všechna zadaná kritéria.

Tabulka 6 - Váhy všech zadaných kritérií

Kritéria		počet bodů	váhy
Cena vstupu (Kč)	běžné	1091	0,0531
	ve špičce	1926	0,0937
Neomezené vstupné		2146	0,1044
Cena půjčení vybavení (Kč)		823	0,0400
Cena kurzu (Kč/hod)		683	0,0332
Placení kartou		1367	0,0665
Technické parametry stěny	výška stěny (m)	2027	0,0986
	počet cest	2383	0,1159
	plocha stěny (m ²)	2149	0,1045
Navijáky		1244	0,0605
Venkovní stěna		797	0,0388
Plocha boulderu (m ²)		1650	0,0802
Dopravní dostupnost		2277	0,1107
Suma		20563	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Celkový počet kritérií (13) byl snížen o šest kritérií, které nejčastěji obdrželi nulový počet bodů, tudíž jim byla stanovena velmi nízká váha kritéria. (Příloha 8.1). Respondenti

berou tato kritéria za nevýznamná při rozhodování mezi lezeckými centry. Jde o následující kritéria:

- Dopolnední vstupné
- Cena půjčovného lezeckého vybavení
- Cena kurzu za hodinu
- Placení kartou
- Navijáky
- Venkovní stěna

Výsledné váhy sedmi zkoumaných kritérií jsou zobrazeny v tabulce 7.

Tabulka 7 – Přepočtené váhy kritérií - obecný model

	Cena vstupu	Neomezené vstupné	Technické parametry stěny			Plocha boulderu (m ²)	Dopravní dostupnost	Suma
			výška stěny (m)	počet cest	plocha stěny (m ²)			
Počet bodů	1926	2146	2027	2383	2149	1650	2277	14558
Váhy	0,1323	0,1474	0,1392	0,1637	0,1476	0,1133	0,1564	1

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce 8 je kritériální matice, která bude využita v následující metodě výpočtu. Váhy jsou určeny podle bodování od všech respondentů, nehledě na to, zda se jedná o lezce aktivního či neaktivního. Proto tento model VAV bude brán jako obecný. Dále bude pracováno také s kritérii, které respondenti obodovali a jejich vahami, od pravidelných lezců a od nepravidelných lezců.

Tabulka 8 - Kriteriaální matice k výpočtu

	Cena vstupu	Neomezené vstupné	Technické parametry stěny			Plocha boulderu (m ²)	Dopravní dostupnost
			výška stěny (m)	počet cest	plocha stěny (m ²)		
HOLEŠOVICE	125	1	12	325	2600	0	3
SMÍCHOV	125	1	16	331	3000	1000	3
VYSOČANY	150	1	20	300	3000	300	3
RUZYŇ	110	1	12	130	600	300	1
CHODOV	110	1	18	105	1000	200	1
PALMOVKA	120	0	14	120	700	200	5
KOŠÍŘE	90	1	13	110	700	0	3
STODŮLKY	130	0	17,5	104	1000	600	1
Typ kritéria	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
Váhy	0,1323	0,1474	0,1392	0,1637	0,1476	0,1133	0,1564

Zdroj: Vlastní zpracování

4.2.2 Stanovení vah kritérií – nepravidelní návštěvníci

Dále bude sestavena kriteriaální matice se zkoumanými variantami (lezeckými centry) a zadanými kritérii, které určí respondenti, konkrétně **nepravidelní návštěvníci** lezeckých center (Tabulka 9). Podle bodového hodnocení od respondentů budou vypočítány váhy kritérií stejným způsobem, jako u obecného modelu.

Po vyhodnocení responsí od nepravidelných lezců bylo vyřazeno kritérium *plocha boulderu*, ale do modelu se zařazuje kritérium *placení kartou*. To znamená, že pro skupinu nepravidelných lezců je důležitější, že mohou v lezeckém centru platit kartou než to, jakou plochou boulderu centrum disponuje.

Tabulka 9 - Kriteriaální matice - nepravidelní návštěvníci

	Cena vstupu	Neomezené vstupné	Placení kartou	Technické parametry stěny			Dopravní dostupnost
				výška stěny (m)	počet cest	plocha stěny (m ²)	
HOLEŠOVICE	125	1	0	12	325	2600	3
SMÍCHOV	125	1	1	16	331	3000	3
VYSOČANY	150	1	0	20	300	3000	3
RUZYŇ	110	1	0	12	130	600	1
CHODOV	110	1	1	18	105	1000	1
PALMOVKA	120	0	0	14	120	700	5
KOŠÍŘE	90	1	1	13	110	700	3
STODŮLKY	130	0	1	17,5	104	1000	1
Typ kritéria	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
Váhy	0,1411	0,1573	0,1136	0,1295	0,1525	0,1462	0,1597

Zdroj: Vlastní zpracování

4.2.3 Stanovení vah kritérií – pravidelní návštěvníci

Pro porovnání výsledků modelu VAV jsou určena kritéria a jejich váhy i podle bodového hodnocení **pravidelných návštěvníků** lezeckých center. Výčet kritérií v modelu se nemění. Hodnotí se stejná kritéria, jako v obecném modelu. Mění se pouze hodnoty jednotlivých vah kritérií, jelikož pravidelní lezci rozdělili body mezi kritéria jinak než všichni respondenti dohromady. Kriteriaální matice, která bude využita pro výpočet metodou Promethee je zapsána v tabulce 10.

Tabulka 10 - Kriteriaální matice - pravidelní návštěvníci

	Cena vstupu	Neomezené vstupné	Technické parametry stěny			Plocha boulderu (m ²)	Dopravní dostupnost
			výška stěny (m)	počet cest	plocha stěny (m ²)		
HOLEŠOVICE	125	1	12	325	2600	0	3
SMÍCHOV	125	1	16	331	3000	1000	3
VYSOČANY	150	1	20	300	3000	300	3
RUZYNĚ	110	1	12	130	600	300	1
CHODOV	110	1	18	105	1000	200	1
PALMOVKA	120	0	14	120	700	200	5
KOŠÍŘE	90	1	13	110	700	0	3
STODŮLKY	130	0	17,5	104	1000	600	1
Typ kritéria	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
Váhy	0,1223	0,1396	0,1397	0,1672	0,1636	0,1176	0,15

Zdroj: Vlastní zpracování

4.3 Fáze Choice – uspořádání variant

4.3.1 Výpočet metodou PROMETHEE

Cílem práce je uspořádání variant podle zadaných hodnot kritérií. U kritérií jsou známé kardinální informace a byly vypočítány váhy. Při porovnávání lezeckých center je třeba brát zřetel na určité rozdíly mezi variantami podle kriteriaálních hodnot. Každé kritérium musí být posuzováno samostatně. Pro výpočet je vhodné použít metodu PROMETHEE.

Krok 1:

Metoda funguje na principu párového porovnávání hodnot kritérií. Při porovnávání se určuje intenzita preference P_j , která závisí na rozdílu kriteriaálních hodnot $d_j = a_r - a_s$. Nejdříve se ke každému kritériu přiřadí konkrétní preferenční funkce $Q(d_j)$.

- **Cena vstupu – preferenční funkce č.5** – práh indiference $q = 10$, práh preference $p = 30$.

- **Neomezené vstupné – preferenční funkce č.1** – jakýkoli rozdíl v kritériálních hodnotách je významný.
- **Výška stěny – preferenční funkce č.5** – práh indiference = 2, práh preference = 4.
- **Počet cest – preferenční funkce č.5** – práh indiference = 10, práh preference = 100.
- **Plocha stěny – preferenční funkce č.5** – práh indiference = 200, práh preference = 1000.
- **Plocha boulderu – preferenční funkce č.5** – práh indiference = 200, práh preference = 400.
- **Dopravní dostupnost – preferenční funkce č.1** – jakýkoli rozdíl v kritériálních hodnotách je významný.

Výpočet intenzit preferencí Q pro první variantu – Lezecké centrum Mammut v Holešovicích:

- **Q(a₁;a₂):** varianta a₁ není v žádném kritériu lepší než a₂, proto **Q = 0**
- **Q(a₁;a₃):** varianta a₁ je lepší v kritériích *cena vstupu* a *počet cest*, proto Q₁(125;150); d₁ = 125 – 150; d₁ = -25; $Q_1 = \frac{|25|-10}{30-10}$; **Q₁ = 0,75** a Q₄(325;300); d₄ = 325 – 300; d₄ = 25; $Q_4 = \frac{25-10}{100-10}$; **Q₄ = 0,167**.
- **Q(a₁;a₄):** varianta a₁ je lepší v kritériích *počet cest*, *plocha stěny* a *dopravní dostupnost*, proto Q₄(325;130); d₄ = 325 – 130; d₄ = 195; d₄ > p, proto **Q₄ = 1**; Q₅(2600;600); d₅ = 2600 – 600; d₅ = 2000; d₅ > p, proto **Q₅ = 1**; Q₇(3;1), proto **Q₇ = 1**.
- **Q(a₁;a₅):** varianta a₁ je lepší v kritériích *počet cest*, *plocha stěny* a *dopravní dostupnost*, proto Q₄(325;105); d₄ = 325 – 105; d₄ = 220; d₄ > p, proto **Q₄ = 1**; Q₅(2600;1000); d₅ = 2600 – 1000; d₅ = 1600; d₅ > p, proto **Q₅ = 1**; Q₇(3;1), proto **Q₇ = 1**.
- **Q(a₁;a₆):** varianta a₁ je lepší v kritériích *neomezené vstupné*, *počet cest* a *plocha stěny*, proto Q₂(1;0); **Q₂ = 1**; P₄(325;120); d₄ = 325 – 120; d₄ = 205; d₄ > p, proto **Q₄ = 1**; Q₅(2600;700); d₅ = 2600 – 700; d₅ = 1900; d₅ > p, proto **Q₅ = 1**.

- **Q(a₁;a₇):** varianta a₁ je lepší v kritériích *počet cest a plocha stěny*, proto Q₄(325;110); d₄ = 325 – 110; d₄ = 215; d₄ > p, proto **Q₄ = 1**; Q₅(2600;700); d₅ = 2600 – 700; d₅ = 1900; d₅ > p; **Q₅ = 1**.
- **Q(a₁;a₈):** varianta a₁ je lepší v kritériích *cena vstupu, neomezené vstupné, počet cest, plocha stěny a dopravní dostupnost*, proto Q₁(125;130); d₁ = 130 – 125; d₁ = 5; d₁ < q, proto **Q₁ = 0**; Q₂(1;0); **Q₂ = 1**; Q₄(325;104); d₄ = 325 – 104; d₄ = 221; d₄ > p; **Q₄ = 1**; Q₅(2600;1000); d₅ = 2600 – 1000; d₅ = 1600; d₅ > p; **Q₅ = 1**; Q₇(3;1); **Q₇ = 1**.

Výpočty intenzit preferencí pro další varianty jsou zobrazeny v příloze 8.1.2.

Krok 2:

Po kvantifikování intenzity preferencí pro každé kritérium, lze vypočítat globální preferenční index. Každá preference se vynásobí s konkrétní vahou kritéria. Výsledkem je index pro každou dvojici zkoumaných variant. Výpočet se provádí podle vzorce:

$P(a_r, a_s) = \sum_{j=1}^n v_j P_j(a_r, a_s)$, kde v_j jsou váhy kritérií.

Výpočet globálních preferenčních indexů P pro variantu a₁ lezecké centrum Mammut v Holešovicích:

- **P(a₁;a₂) = 0**
- **P(a₁;a₃) = (0,75*0,1323 + 0,167*0,1637); P = 0,1266**
- **P(a₁;a₄) = (1*0,1637 + 1*0,1476 + 1*0,1564); P = 0,4677**
- **P(a₁;a₅) = (1*0,1637 + 1*0,1476 + 1*0,1564); P = 0,4677**
- **P(a₁;a₆) = (1*0,1474 + 1*0,1637 + 1*0,1476); P = 0,4587**
- **P(a₁;a₇) = (1*0,1637 + 1*0,1476); P = 0,3113**
- **P(a₁;a₈) = (1*0,1474 + 1*0,1637 + 1*0,1476 + 1*0,1564); P = 0,6151**

Výpočty globálních preferenčních indexů pro další varianty jsou sepsány v příloze 8.1.3.

Krok 3:

Dále jsou pro každou variantu vypočteny pozitivní F^+ a negativní F^- toky. Po uspořádání globálních preferenčních indexů do matice $m \times n$, se toky vypočítají jako průměr hodnot v příslušném řádku a sloupci (Tabulka 11).

Tabulka 11 - Pozitivní a negativní tok

	HOLEŠOVICE	SMÍCHOV	VYSOČANY	RUZYNĚ	CHODOV	PALMOVKA	KOŠÍŘE	STODŮLKY	Kladný
HOLEŠOVICE	x	0	0,1266	0,4677	0,4677	0,4587	0,3113	0,6151	0,3299
SMÍCHOV	0,2895	x	0,2507	0,7202	0,581	0,572	0,482	0,7284	0,5177
VYSOČANY	0,2328	0,1392	x	0,6069	0,4246	0,5979	0,5072	0,6499	0,4512
RUZYNĚ	0,0897	0,0331	0,1323	x	0,0273	0,1474	0,0748	0,0953	0,0857
CHODOV	0,1723	0,0331	0,1323	0,1761	x	0,3051	0,1574	0,2135	0,1700
PALMOVKA	0,1564	0,1564	0,2887	0,1564	0,1655	x	0,1564	0,1673	0,1782
KOŠÍŘE	0,1323	0,1323	0,1323	0,2226	0,2226	0,2797	x	0,4361	0,2226
STODŮLKY	0,2525	0	0,0567	0,2043	0,1133	0,2362	0,271	x	0,1620
Záporný	0,1894	0,0706	0,1599	0,3478	0,286	0,3710	0,2800	0,4151	

Zdroj: Vlastní zpracování

Krok 4:

V posledním kroce se uspořádají varianty podle klesajícího čistého toku, který se vypočítá následovně: $F_i = F_i^+ - F_i^-$. Toto uspořádání je výsledkem metody PROMETHEE (Tabulka 12).

Tabulka 12 - Výsledky výpočtu metodou Promethee

	Kladný tok	Záporný tok	Čistý tok	Pořadí
HOLEŠOVICE	0,3299	0,1894	0,1405	3
SMÍCHOV	0,5177	0,0706	0,4471	1
VYSOČANY	0,4512	0,1599	0,2913	2
RUZYNĚ	0,0857	0,3478	-0,2621	8
CHODOV	0,1700	0,286	-0,1160	5
PALMOVKA	0,1782	0,371	-0,1928	6
KOŠÍŘE	0,2226	0,28	-0,0574	4
STODŮLKY	0,162	0,4151	-0,2531	7

Zdroj: Vlastní zpracování

Podle uspořádání variant vyšly hodnoty nejlépe pro lezecké centrum Smíchoff a to jednoznačně. Téměř ve všech kritériích byla varianta nejlepší. Dále BigWall Vysočany a

třetí variantou je Mammut v Holešovicích. Tyto tři varianty se svými výslednými hodnotami značně odlišují od zbylých variant a dají se považovat za nejlepší lezecká centra v Praze. Naopak nejhůře jsou na tom centra Třináctka ve Stodůlkách a lezecká stěna Ruzyně.

4.3.2 Porovnání výsledků všech skupin respondentů

Z tabulky 13 lze srovnat výsledky celé skupiny respondentů a výsledky při rozdělení do dvou hlavních skupin – pravidelný a nepravidelný návštěvník. Výpočet probíhá stejnou metodou Promethee (kapitola 3.6.2.1) se stejnými preferencemi u kritériálních hodnot.

Výsledky obecného modelu a modelu ohodnoceným pravidelnými návštěvníky se neliší. Jeden z důvodů je, že největší podíl všech respondentů tvořila právě skupina pravidelných návštěvníků.

U skupiny nepravidelných lezců, v porovnání s obecným modelem, se zaměnilo pořadí mezi lezeckými centry FreeSolo na Chodově a Cibulka v Košířích. Mezi těmito lezeckými centry je podle hodnot čistého toku pouze nepatrný rozdíl. Ostatní varianty jsou seřazeny stejně, jako u obecného modelu a u modelu pravidelní návštěvníci.

Tabulka 13 - Srovnání výsledků pravidelných a nepravidelných návštěvníků

	Nepravidelní návštěvníci				Pravidelní návštěvníci			
	F+	F-	F	Pořadí	F+	F-	F	Pořadí
HOLEŠOVICE	0,3455	0,2024	0,1431	3	0,3575	0,1895	0,168	3
SMÍCHOV	0,4634	0,0716	0,3918	1	0,5325	0,0675	0,465	1
VYSOČANY	0,4291	0,2174	0,2117	2	0,4679	0,161	0,3069	2
RUZYNĚ	0,0952	0,4016	-0,3064	8	0,1025	0,3744	-0,2719	8
CHODOV	0,2346	0,257	-0,0224	4	0,1663	0,2966	-0,1303	5
PALMOVKA	0,1825	0,4041	-0,2216	6	0,1704	0,3732	-0,2028	6
CIBULKA	0,2993	0,2232	0,0761	5	0,209	0,2919	-0,0829	4
STODŮLKY	0,1548	0,4272	-0,2724	7	0,1793	0,4311	-0,2518	7

Zdroj: Vlastní zpracování

4.3.3 Odlišnosti v kritériích a jejich vahách mezi skupinami respondentů

Rozhodovatel určil celkem 13 parametrů (kritérií), podle kterých chce porovnávat 8 lezeckých center (variant). Všem kritériím byla přiřazena určitá váha pomocí dotazníkového šetření. Bylo cíleno na dvě skupiny respondentů – pravidelný a nepravidelný návštěvník lezeckého centra. Každá skupina podle bodového hodnocení přiřadila kritériu váhu. Některá kritéria neměla pro respondenty význam, tudíž byla z modelu vyřazena.

V tabulce 14 jsou sepsána kritéria a jejich váhy, které jsou významné pro skupinu pravidelných návštěvníků a v tabulce 15 zase pro skupinu nepravidelných návštěvníků. U některých kritérií se váhy liší.

- **Cena vstupu** je důležitější pro nepravidelné návštěvníky, z toho vyplývá, že si budou vybírat lezecká centra s nižším vstupným. Pravidelným návštěvníkům na vstupném tolik nezáleží.
- **Neomezené vstupné** má větší význam pro nepravidelné návštěvníky oproti pravidelným. Z toho vyplývá, že nepravidelný návštěvník chce za návštěvu lezeckého centra zaplatit co nejméně.
- **Placení kartou** je důležité pro nepravidelné lezce. Tato skupina respondentů hledí na to, zda musí mít u sebe hotovost nebo mohou k platbě využít platebních karet. Pro pravidelné návštěvníky je toto kritérium nevýznamné.
- **Výška stěny**, počet cest a plocha stěny zajímají více pravidelného lezce. Mezi ně se mohou řadit i lezci, který se věnují lezení na profesionální úrovni, proto berou zřetel na technické parametry lezecké stěny více než nepravidelní návštěvníci.
- **Plocha boulderu** je parametr, který zajímá pravidelné lezce. Je to další možnost pro lezení, ale hlavně mají lezci k dispozici více druhů cest a možnost lézt i bez lana a bez jističe. Nepravidelní lezci buď nemají o boulder zájem nebo o něm vůbec nevědí.
- **Dopravní dostupnost** je téměř stejně důležitá pro obě skupiny respondentů. Návštěvníkům záleží na tom, kolika dopravními prostředky se dopraví na lezeckou stěnu.

Tabulka 14 - Váhy kritérií - pravidelní návštěvníci

Kritéria	Cena vstupu	Neomezené vstupné	Výška stěny	Počet cest	Plocha stěny	Plocha boulderu	Dopravní dostupnost
Pravidelní návštěvníci	0,1223	0,1396	0,1397	0,1672	0,1636	0,1176	0,15

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 15 - Váhy kritérií - nepravidelní návštěvníci

Kritéria	Cena vstupu	Neomezené vstupné	Placení kartou	Výška stěny	Počet cest	Plocha stěny	Dopravní dostupnost
Nepravidelní návštěvníci	0,1411	0,1573	0,1136	0,1295	0,1525	0,1462	0,1597

Zdroj: Vlastní zpracování

Cílová skupina – pravidelní návštěvníci

Po rozboru každého kritéria je možné shrnout požadavky a očekávání pravidelných lezců od lezeckého centra. Méně významné ze zadaných kritérií je pro lezce vstupné, tzn. lezci jsou ochotni zaplatit i vyšší cenu. Dalším kritériem je plocha boulderu. Uvítají, když bude boulder k dispozici, ale jeho přítomnost ovlivňuje pravidelné návštěvníky v rozhodování mezi variantami jen minimálně. Větší význam přikládají technickým parametrům lezeckých center. Nejvíce na kolika cestách celkem si mohou zalézt a na jaké ploše stěny. Z toho vyplývá, že pravidelní lezci jsou ochotni zaplatit vyšší částku za vstup do lezeckého centra, který bude dostatečně velký s rozmanitými cestami pro lezení.

Nepravidelní návštěvníci

Návštěvníci, kteří vyhledávají lezecká centra nepravidelně, dávají největší význam tomu, jaká je na stěnu dopravní dostupnost. Zda je možné se bezproblémově dopravit větším počtem dopravních prostředků nebo jaké jsou intervaly v jízdním řádu například o víkend. Dalším důležitým kritériem je vstupné. Vyhledávají spíše centra s nižším vstupným, a hlavně s neomezeným vstupným. Zajímá je i zda se dá zaplatit kartou. Z technických parametrů nepravidelné návštěvníky zajímá počet cest a plocha stěny. Tato kritéria získala téměř stejnou váhu jako kritérium cena vstupu. Z toho vyplývá, že nepravidelní lezci nejdříve požadují dobrou dopravní dostupnost, více hledí na to, kolik za návštěvu stěny utratí, ale stále jim záleží na počtu a kvalitě cest v lezeckém centru.

5 Výsledky a diskuse

Pomocí modelů operačního výzkumu, konkrétně modelu vícekritériální analýzy variant byly splněny dílčí cíle práce. Prvním cílem bylo s využitím metody Promethee uspořádat varianty podle ohodnocených kritérií a zjistit, která lezecká centra nejvíce konkurují centru Smíchov. Zároveň pomocí dotazníkového šetření byla posouzena důležitost všech kritérií pro skupiny pravidelných a nepravidelných návštěvníků. I pro každou skupinu zvlášť byly varianty uspořádány a porovnávány s výsledkem obecného modelu.

Z výsledků obecného modelu (Tabulka 12) je patrné, že nejlepší variantou podle zadaných kritérií je lezecké centrum Smíchov. Dalším v pořadí je BigWall Vysočany a Mammut Holešovice. Tyto tři varianty mohou být považovány jako nejlepší lezecká centra ze všech zvolených variant k posouzení. S horšími výsledky podle metody Promethee se na čtvrté místo řadí lezecké centrum Cibulka, dále FreeSolo Chodov, Sportcentrum Palmovka, Třináctka Stodůlky a jako poslední je lezecké centrum Ruzyně.

Podle zhodnocení tvoří pro Smíchov největší **konkurenci lezecká centra BigWall Vysočany a Mammut Holešovice**. Smíchov má nejlepší hodnoty u kritérií počet cest (331) a plocha stěny (3000 m²). Zmíněné parametry jsou také nejdůležitější při rozhodování respondentů, které lezecké centrum chtějí navštívit. BigWall zase disponuje výškou stěny 20 metrů (4 metry rozdíl oproti centru Smíchov), což je nejvyšší stěna ze všech popsanych variant. Smíchov také dominuje hodnotou kritéria plocha boulder 1000 m².

Uspořádání variant podle metody Promethee vyšlo pro skupinu pravidelných lezců stejně jako u obecného modelu (Tabulka 13). U nepravidelných lezců zůstala stejná první tři umístění, ale na čtvrtém a pátém místě se zaměnily varianty lezecké centrum Cibulka a FreeSolo Chodov. Zbylá umístění se shodují s obecným modelem (Tabulka 13).

Cílovou skupinou pro rozhodovatele je skupina pravidelných návštěvníků. Ze stanovených vah kritérií viz (Tabulka 14) vyplývá, že lezci jsou ochotni zaplatit za vstupné vyšší částku, ale berou zřetel na technické parametry stěny. Nejvíce na parametry plocha stěny a počet postavených cest, kde preferují větší plochu a co nejvíce cest, kde si mohou zalézt. Stejný význam pro pravidelné lezce má výška stěny, a také to, zda musí zaplatit při vstupu za hodinové cykly nebo jednorázové vstupné na celý den.

Pro rozhodovatele lezecké centrum Smíchoff z hodnocení vyplývá, že správně cílí na skupinu pravidelných lezců. U všech kritérií, které jsou pro pravidelné lezce důležité, mají velmi dobré, často až nejlepší ohodnocení v porovnání s ostatními variantami. Vstupné mají dražší (125 Kč) v porovnání například s lezeckým centrem Cibulka (90), ale disponují počtem cest a plochou stěny. Do technických parametrů se řadí také nejvyšší bod stěny. V tomto kritériu nemá Smíchoff nejlepší hodnotu, ale jelikož pravidelní lezci výšce stěny nepřiradili vysokou váhu, jejich rozhodování to ovlivní minimálně.

6 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo prostřednictvím aplikace modelů operačního výzkumu zhodnotit úroveň lezeckých center v Praze. Dílčím cílem byla analýza konkurence pro lezecké centrum Smíchov a specifikace požadavků cílové skupiny lezeckého centra Smíchov a vytvoření podkladů pro další rozvoj lezeckého centra.

První část práce tvoří teoretická východiska obsahující literární rešerši. Rešerše popisuje historii a rozdělení modelů operačního výzkumu, principy vícekritériálního rozhodování. Dále jsou popsány metody vícekritériální analýzy variant jak pro stanovení vah, tak pro výběr kompromisní varianty či pro uspořádání variant.

Vlastní část práce je metodicky členěna do tří hlavních fází rozhodovacího procesu dle Simonova návrhu. V první fázi Intelligence byly rozhodovatelem stanoveny varianty, lezecká centra v Praze, které budou zhodnoceny. Varianty jsou všechyn hlavní lezecká centra v Praze – tedy nejbližší konkurenti pro centrum Smíchov. Dále rozhodovatel určil sledované parametry lezeckých center. V modelu vícekritériální analýzy variant se jedná o kritéria a jejich ohodnocení. V druhé fázi Design byly pomocí dotazníkového šetření, ve kterém respondenti bodovali kritéria podle důležitosti, určeny váhy kritérií. Ve třetí části Choice bylo pracováno jak s vahami kritérií zvolených všemi respondenty (obecný model), tak se dvěma skupinami respondentů, a to s pravidelnými a nepravidelnými návštěvníky lezeckých center. K výpočtu modelu vícekritériální analýzy variant byla vybrána metoda Promethee. Pomocí uspořádání variant byla zjištěna největší konkurence mezi lezeckými centry pro centrum Smíchov. Dále po určení důležitosti pomocí vah kritérií od pravidelných lezců bylo lezeckému centru Smíchov doporučeno se dále držet nastavených hodnot kritérií, jelikož z výsledků je patrné, že správně cílí na skupinu pravidelných návštěvníků.

7 Seznam použitých zdrojů

Knižní zdroje:

BELTON, Valerie, STEWART, J. Theodor. 2002, *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 372 s. ISBN 07-923-7505-X.

BROŽOVÁ, Helena, HOUŠKA, Milan, ŠUBRT, Tomáš, 2003. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. 1. vyd., Praha: Credit. 172 s. ISBN 978-80-213-1019-3.

COLSON, Gérard., Christian de BRUYN a E. Y. RODIN. 1989 *Models and methods in multiple criteria decision making: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 1. vyd., New York: Pergamon Press, 242 s. ISBN 0-08-037938-9.

DOUBRAVOVÁ, Hana. *VÍCEKRITERIÁLNÍ ANALÝZA VARIANT A JEJÍ APLIKACE V PRAXI*. České Budějovice, 2009. Diplomová práce. Jihočeská univerzita.

FÁBRY, Jan. 2011. *Matematické modelování: a comparative study*. 1. vyd., Praha: Professional Publishing. 180 s. ISBN 978-80-7431-066-9.

FOTR, Jiří a ŠVECOVÁ, Lenka. 2010. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 474 s. ISBN 978-80-86929-59-0.

JABLONSKÝ, Josef, DLOUHÝ, Martin, 2004. *Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek: postupy, metody a nástroje*. 1. vyd., Praha: Professional Publishing. 183 s. ISBN 80-864-1949-5.

JABLONSKÝ, Josef, 2002. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd., Praha: Professional Publishing. 324 s. ISBN 80-864-1942-8.

ŠUBRT, Tomáš, BROŽOVÁ, Helena, DÖMEOVÁ, Ludmila, KUČERA, Petr, 2001, *Ekonomicko matematické metody II: aplikace a cvičení*, 2. vyd., V Praze: Česká zemědělská univerzita, 148 s. ISBN 978-80-213-0721-6.

ŠUBRT, Tomáš. 2011, *Ekonomicko-matematické metody: aplikace a cvičení*. 2. vyd., Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 332 s. ISBN 978-80-7380-345-2.

TRIANANTAPHYLLOU, Evangelos, 2010. *Multi-criteria decision making methods: a comparative study*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 290 s. ISBN 978-144-1948-380.

ZONKOVÁ, Zdeňka. 1995, *Rozhodování manažera: aplikace a cvičení*. 1. vyd., Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 97 s. ISBN 80-707-8254-4.

Internetové zdroje:

BIG WALL: Hudy Vysočany [online]. Praha [cit. 2017-03-11]. Dostupné z WWW: <http://www.big-wall.cz/>

CIBULKA: SquashPark [online]. Praha [cit. 2017-03-11]. Dostupné z WWW: <http://www.squashpark.cz/cs>

FREE SOLO: lezecká stěna [online]. Praha [cit. 2017-03-11]. Dostupné z WWW: <http://www.freesolo.cz/>

RUZYNĚ: Lezecká stěna [online]. Praha [cit. 2017-03-11]. Dostupné z WWW: <http://www.stena-ruzyne.com/index.php/cs/>

SC PALMOVKA [online]. Praha [cit. 2017-03-11]. Dostupné z WWW: <http://scpalmovka.cz/>

SMÍCHOFF [online]. Praha [cit. 2017-03-11]. Dostupné z WWW: <http://www.lezeckecentrum.cz/>

STĚNA HOLEŠOVICE [online]. Praha [cit. 2017-03-11]. Dostupné z WWW: <http://www.stenaholesovice.cz/>

TŘINÁCTKA [online]. Praha [cit. 2017-03-11]. Dostupné z WWW: <http://stenastodulky.cz/>

Přílohy

7.1 Dotazníkové šetření



Záleží Vám na výši vstupného v ODPOLEDNÍCH hodinách, ve špičce?



- 8: 59 (17,93 %)
- 10: 52 (15,81 %)
- 5: 49 (14,89 %)
- 0: 47 (14,29 %)
- 7: 41 (12,46 %)
- 6: 22 (6,69 %)
- 3: 19 (5,78 %)
- 9: 18 (5,47 %)
- 2: 8 (2,43 %)
- 1: 7 (2,13 %)
- 4: 7 (2,13 %)

zdroj: <https://dotaznik-k-bp-lezecke-steny.vypint.o.cz>

Berete v potaz, zda je vstupné OMEZENÉ (hodinové cykly) nebo NEOMEZENÉ?



- 10: 98 (29,79 %)
- 5: 45 (13,68 %)
- 8: 41 (12,46 %)
- 0: 39 (11,85 %)
- 9: 26 (7,9 %)
- 7: 23 (6,99 %)
- 6: 19 (5,78 %)
- 3: 14 (4,26 %)
- 4: 10 (3,04 %)
- 2: 8 (2,43 %)
- 1: 6 (1,82 %)

zdroj: <https://dotaznik-k-bp-lezecke-steny.vypint.o.cz>

Berete ohled na to, kolik stojí PŮJČOVNÉ kompletního lezeckého vybavení?



- 0: 175 (53,19 %)
- 1: 23 (6,99 %)
- 10: 21 (6,38 %)
- 5: 19 (5,78 %)
- 7: 16 (4,86 %)
- 3: 16 (4,86 %)
- 2: 14 (4,26 %)
- 8: 13 (3,95 %)
- 9: 11 (3,34 %)
- 4: 11 (3,34 %)
- 6: 10 (3,04 %)

zdroj: <https://dotaznik-k-bp-lezecke-steny.vypint.o.cz>

Jak moc je pro Vás důležité, kolik stojí hodinový LEZECKÝ KURZ?



- 0: 188 (57,14 %)
- 1: 26 (7,9 %)
- 5: 21 (6,38 %)
- 3: 21 (6,38 %)
- 10: 16 (4,86 %)
- 7: 13 (3,95 %)
- 2: 13 (3,95 %)
- 8: 11 (3,34 %)
- 6: 7 (2,13 %)
- 4: 7 (2,13 %)
- 9: 6 (1,82 %)

zdroj: <https://dataznik-k-bp-lezacke-steny.vypinto.cz>

Ovlivní Vás, zda je možné platit v lezeckém centru PLATEBNÍ KARTOU?



- 0: 67 (20,36 %)
- 5: 42 (12,77 %)
- 10: 37 (11,25 %)
- 8: 34 (10,33 %)
- 7: 32 (9,73 %)
- 3: 30 (9,12 %)
- 9: 20 (6,08 %)
- 1: 19 (5,78 %)
- 6: 19 (5,78 %)
- 4: 15 (4,56 %)
- 2: 14 (4,26 %)

zdroj: <https://dataznik-k-bp-lezacke-steny.vypinto.cz>

Záleží Vám na VÝŠCE STĚNY v lezeckém centru?



- 7: 58 (17,63 %)
- 8: 55 (16,72 %)
- 5: 55 (16,72 %)
- 6: 33 (10,03 %)
- 10: 31 (9,42 %)
- 9: 30 (9,12 %)
- 0: 22 (6,69 %)
- 3: 18 (5,47 %)
- 4: 12 (3,65 %)
- 2: 11 (3,34 %)
- 1: 4 (1,22 %)

zdroj: <https://dataznik-k-bp-lezacke-steny.vypinto.cz>

Berete v potaz, na kolika LEZECKÝCH CESTÁCH celkem si můžete v centru zalézt?



- 8: 73 (22,19 %)
- 10: 71 (21,58 %)
- 7: 48 (14,59 %)
- 9: 47 (14,29 %)
- 5: 28 (8,51 %)
- 6: 16 (4,86 %)
- 3: 15 (4,56 %)
- 0: 12 (3,65 %)
- 2: 9 (2,74 %)
- 4: 7 (2,13 %)
- 1: 3 (0,91 %)

zdroj: <https://dotaznik-k-bp-lezacke-steny.vypinto.cz>

Berete ohled na to, jak velkou PLOCHOU STĚNY lezecké centrum disponuje?



- 8: 71 (21,58 %)
- 7: 49 (14,89 %)
- 10: 47 (14,29 %)
- 5: 42 (12,77 %)
- 6: 37 (11,25 %)
- 9: 23 (6,99 %)
- 4: 19 (5,78 %)
- 0: 19 (5,78 %)
- 3: 13 (3,95 %)
- 2: 5 (1,52 %)
- 1: 4 (1,22 %)

zdroj: <https://dotaznik-k-bp-lezacke-steny.vypinto.cz>

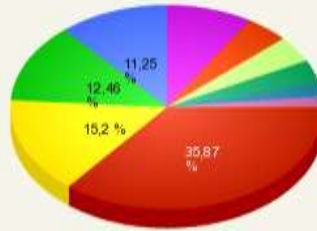
Jak moc je pro Vás důležité, jestli lezecké centrum vlastní tzv "NAVĚŠÁKY"?



- 0: 86 (26,14 %)
- 7: 29 (8,81 %)
- 2: 28 (8,51 %)
- 3: 28 (8,51 %)
- 4: 28 (8,51 %)
- 5: 27 (8,21 %)
- 1: 26 (7,9 %)
- 10: 24 (7,29 %)
- 6: 23 (6,99 %)
- 8: 20 (6,08 %)
- 9: 10 (3,04 %)

zdroj: <https://dotaznik-k-bp-lezacke-steny.vypinto.cz>

Řešíte při výběru lezeckého centra, zda vlastní i VENKOVNÍ STĚNU, nejen vnitřní?



- 0: 118 (35,87 %)
- 2: 50 (15,2 %)
- 5: 41 (12,46 %)
- 3: 37 (11,25 %)
- 1: 29 (8,81 %)
- 7: 15 (4,56 %)
- 4: 14 (4,26 %)
- 6: 12 (3,65 %)
- 10: 7 (2,13 %)
- 8: 5 (1,52 %)
- 9: 1 (0,3 %)

zdroj: <https://data.znik-k-bp-lezacke-steny.vypinto.cz>

Berete ohled na to, zda lezecké centrum provozuje také BOULDER?



- 5: 50 (15,2 %)
- 0: 50 (15,2 %)
- 10: 40 (12,16 %)
- 8: 39 (11,85 %)
- 6: 28 (8,51 %)
- 4: 25 (7,6 %)
- 3: 23 (6,99 %)
- 2: 21 (6,38 %)
- 7: 20 (6,08 %)
- 9: 17 (5,17 %)
- 1: 16 (4,86 %)

zdroj: <https://data.znik-k-bp-lezacke-steny.vypinto.cz>

Řešíte při výběru lezeckého centra DOPRAVNÍ DOSTUPNOST?



- 10: 71 (21,58 %)
- 8: 59 (17,93 %)
- 7: 49 (14,89 %)
- 5: 34 (10,33 %)
- 9: 33 (10,03 %)
- 6: 28 (8,51 %)
- 3: 16 (4,86 %)
- 0: 14 (4,26 %)
- 4: 12 (3,65 %)
- 2: 8 (2,43 %)
- 1: 5 (1,52 %)

zdroj: <https://data.znik-k-bp-lezacke-steny.vypinto.cz>

7.2 Výpočty intenzit preferencí Q

Výpočet intenzit preferencí Q pro variantu a₂ – Lezecké centrum Smíchoff na Smíchově:

- **Q(a₂;a₁):** varianta a₂ je lepší v kritériích *výška stěny, počet cest, plocha stěny a plocha boulderu*, proto Q₃(16;12); d₃ = 16 - 12; d₃ = 4, proto **Q₃ = 1**; Q₄(331;325); d₄ < q; **Q₄ = 0**; Q₅(3000;2600); d₅ = 3000 - 2600; d₅ = 400; $Q_5 = \frac{|400|-200}{1000-200}$; **Q₅ = 0,25**; Q₆(1000;0); d₆ = 1000; d₆ > p; **Q₆ = 1**.
- **Q(a₂;a₃):** varianta a₂ je lepší v kritériích *cena vstupu, počet cest a plocha boulderu*, proto Q₁(125;150); d₁ = 125 - 150; d₁ = -25; $Q_1 = \frac{|25|-10}{30-10}$; **Q₁ = 0,75**; Q₄(331;300); d₄ = 331 - 300; d₄ = 31; $Q_4 = \frac{31-10}{100-10}$; **Q₄ = 0,233**; Q₆(1000;300); d₆ = 1000 - 300; d₆ = 700; d₆ > p, proto **Q₆ = 1**.
- **Q(a₂;a₄):** varianta a₂ je lepší v kritériích *výška stěny, počet cest, plocha stěny, plocha boulderu a dopravní dostupnost*, proto Q₃(16;12); d₃ = 16 - 12; d₃ = 4; proto **Q₃ = 1**; Q₄(331;130); d₄ = 331 - 130; d₄ = 201; d₄ > p, proto **Q₄ = 1**; Q₅(3000;600); d₅ = 3000 - 600; d₅ = 2400; d₅ > p, proto **Q₅ = 1**; Q₆(1000;300); d₆ = 1000 - 300; d₆ = 700; d₆ > p, proto **Q₆ = 1**; Q₇(3;1), proto **Q₇ = 1**.
- **Q(a₂;a₅):** varianta a₂ je lepší v kritériích *počet cest, plocha stěny, plocha boulderu a dopravní dostupnost*, proto Q₄(331;105); d₄ = 331 - 105; d₄ = 226; d₄ > p, proto **Q₄ = 1**; Q₅(3000;1000); d₅ = 3000 - 1000; d₅ = 2000; d₅ > p, proto **Q₅ = 1**; Q₆(1000;200); d₆ = 1000 - 200; d₆ = 800; d₆ > p, proto **Q₆ = 1**; Q₇(3;1), proto **Q₇ = 1**.
- **Q(a₂;a₆):** varianta a₂ je lepší v kritériích *neomezené vstupné, počet cest, plocha stěny a plocha boulderu*, proto Q₂(1;0), proto **Q₂ = 1**; Q₄(331;120); d₄ = 331 - 120; d₄ = 211; d₄ > p, proto **Q₄ = 1**; Q₅(3000;700); d₅ = 3000 - 700; d₅ = 2300; d₅ > p, proto **Q₅ = 1**; Q₆(1000;200); d₆ = 1000 - 200; d₆ = 800; d₆ > p, proto **Q₆ = 1**.
- **Q(a₂;a₇):** varianta a₂ je lepší v kritériích *výška stěny, počet cest, plocha stěny a plocha boulderu*, proto Q₃(16;13); d₃ = 16 - 13; d₃ = 3; $Q_3 = \frac{|3|-2}{4-2}$, proto **Q₃ = 0,5**; Q₄(331;110); d₄ = 331 - 110; d₄ = 221; d₄ > p; **Q₄ = 1**; Q₅(3000;700); d₅ = 3000 - 700; d₅ = 2300; d₅ > p, proto **Q₅ = 1**; Q₆(1000;0); d₆ = 1000; d₆ > p; **Q₆ = 1**.
- **Q(a₂;a₈):** varianta a₁ je lepší v kritériích *cena vstupu, neomezené vstupné, počet cest, plocha stěny, plocha boulderu a dopravní dostupnost*, proto Q₁(125;130); d₁ =

130 – 125; $d_1 = 5$; $d_1 < q$, proto $\mathbf{Q}_1 = \mathbf{0}$; $\mathbf{Q}_2(1;0)$; $\mathbf{Q}_2 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_4(331;104)$; $d_4 = 331 - 104$; $d_4 = 227$; $d_4 > p$; $\mathbf{Q}_4 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_5(3000;1000)$; $d_5 = 3000 - 1000$; $d_5 = 2000$; $d_5 > p$; $\mathbf{Q}_5 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_6(1000;600)$; $d_6 = 1000 - 600$; $d_6 = 400$; $\mathbf{Q}_6 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_7(3;1)$; $\mathbf{Q}_7 = \mathbf{1}$.

Výpočet intenzit preferencí \mathbf{Q} pro variantu a_3 – Lezecké centrum BigWall Vysočany

- $\mathbf{Q}(a_3;a_1)$: varianta a_3 je lepší v kritériích *výška stěny, počet cest, plocha stěny a plocha boulderu*, proto $\mathbf{Q}_3(20;12)$; $d_3 = 20 - 12$; $d_3 = 8$; $d_3 > p$, proto $\mathbf{Q}_3 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_5(3000;2600)$; $d_5 = 3000 - 2600$; $d_5 = 400$; $\mathbf{Q}_5 = \frac{|400|-200}{1000-200}$; $\mathbf{Q}_5 = \mathbf{0,25}$; $\mathbf{Q}_6(300;0)$; $d_6 > p$; $\mathbf{Q}_6 = \mathbf{1}$.
- $\mathbf{Q}(a_3;a_2)$: varianta a_3 je lepší v kritériu *výška stěny*, proto $\mathbf{Q}_3(20;16)$; $d_3 = 20 - 16$; $d_3 = 4$; proto $\mathbf{Q}_3 = \mathbf{1}$.
- $\mathbf{Q}(a_3;a_4)$: varianta a_3 je lepší v kritériích *výška stěny, počet cest, plocha stěny a dopravní dostupnost*, proto $\mathbf{Q}_3(20;12)$; $d_3 = 20 - 12$; $d_3 = 8$; proto $\mathbf{Q}_3 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_4(300;130)$; $d_4 = 300 - 130$; $d_4 = 170$; $d_4 > p$, proto $\mathbf{Q}_4 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_5(3000;600)$; $d_5 = 3000 - 600$; $d_5 = 2400$; $d_5 > p$, proto $\mathbf{Q}_5 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_7(3;1)$, proto $\mathbf{Q}_7 = \mathbf{1}$.
- $\mathbf{Q}(a_3;a_5)$: varianta a_3 je lepší v kritériích *výška stěny, počet cest, plocha stěny, plocha boulderu a dopravní dostupnost*, proto $\mathbf{Q}_3(20;18)$; $d_3 = 20 - 18$; $d_3 = 2$, proto $\mathbf{Q}_3 = \mathbf{0}$; $\mathbf{Q}_4(300;105)$; $d_4 = 300 - 105$; $d_4 = 195$; $d_4 > p$, proto $\mathbf{Q}_4 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_5(3000;1000)$; $d_5 = 3000 - 1000$; $d_5 = 2000$; $d_5 > p$, proto $\mathbf{Q}_5 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_6(300;200)$; $d_6 = 300 - 200$; $d_6 = 100$; $d_6 < q$, proto $\mathbf{Q}_6 = \mathbf{0}$; $\mathbf{Q}_7(3;1)$, proto $\mathbf{Q}_7 = \mathbf{1}$.
- $\mathbf{Q}(a_3;a_6)$: varianta a_3 je lepší v kritériích *neomezené vstupné, výška stěny, počet cest, plocha stěny, plocha boulderu a dopravní dostupnost*, proto $\mathbf{Q}_2(1;0)$, proto $\mathbf{Q}_2 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_3(20;14)$; $d_3 = 20 - 14$; $d_3 = 6$; proto $\mathbf{Q}_3 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_4(300;120)$; $d_4 = 300 - 120$; $d_4 = 180$; $d_4 > p$, proto $\mathbf{Q}_4 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_5(3000;700)$; $d_5 = 3000 - 700$; $d_5 = 2300$; $d_5 > p$, proto $\mathbf{Q}_5 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_6(300;200)$; $d_6 = 300 - 200$; $d_6 = 100$; $d_6 < q$, proto $\mathbf{Q}_6 = \mathbf{0}$.
- $\mathbf{Q}(a_3;a_7)$: varianta a_3 je lepší v kritériích *výška stěny, počet cest, plocha stěny a plocha boulderu*, proto $\mathbf{Q}_3(20;13)$; $d_3 = 20 - 13$; $d_3 = 7$; $d_3 > p$, proto $\mathbf{Q}_3 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_4(300;110)$; $d_4 = 300 - 110$; $d_4 = 190$; $d_4 > p$; $\mathbf{Q}_4 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_5(3000;700)$; $d_5 = 3000 - 700$; $d_5 = 2300$; $d_5 > p$, proto $\mathbf{Q}_5 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_6(300;0)$; $d_6 = 300$; $d_6 = \frac{|300|-200}{400-200}$; $\mathbf{Q}_6 = \mathbf{0,5}$.
- $\mathbf{Q}(a_3;a_8)$: varianta a_3 je lepší v kritériích *neomezené vstupné, výška stěny, počet cest, plocha stěny a dopravní dostupnost*, proto $\mathbf{Q}_2(1;0)$, proto $\mathbf{Q}_2 = \mathbf{1}$; $\mathbf{Q}_3(20;17,5)$; $d_3 = 20 - 17,5$; $d_3 = 2,5$; $d_3 = \frac{|2,5|-2}{4-2}$ proto $\mathbf{Q}_3 = \mathbf{0,25}$; $\mathbf{Q}_4(300;104)$; $d_4 = 300 - 104$;

$d_4 = 196$; $d_4 > p$, proto $Q_4 = 1$; $Q_5(3000;1000)$; $d_5 = 3000 - 1000$; $d_5 = 2000$; $d_5 > p$, proto $Q_5 = 1$; $Q_7(3;1)$, proto $Q_7 = 1$.

Výpočet intenzit preferencí Q pro variantu a₄ – Lezecké centrum Ruzyně

- **Q(a₄;a₁):** varianta a₄ je lepší v kritériích *cena vstupu a plocha boulderu*, proto $Q_1(110;125)$; $d_1 = 110 - 125$; $d_1 = -15$; $Q_1 = \frac{|15|-10}{30-10}$; $Q_1 = 0,25$; $Q_6(300;0)$; $d_6 = 300$; $Q_6 = \frac{|300|-200}{400-200}$, proto $Q_6 = 0,5$.
- **Q(a₄;a₂):** varianta a₄ je lepší v kritériu *cena vstupu*, proto $Q_1(110;125)$; $d_1 = 110 - 125$; $d_1 = -15$; $Q_1 = \frac{|15|-10}{30-10}$; $Q_1 = 0,25$.
- **Q(a₄;a₃):** varianta a₄ je lepší v kritériu *cena vstupu*, proto $Q_1(110;150)$; $d_1 = 150 - 110$; $d_1 = 40$; $d_1 > p$, proto $Q_1 = 1$.
- **Q(a₄;a₅):** varianta a₄ je lepší v kritériích *počet cest a plocha boulderu*, proto $Q_4(130;105)$; $d_4 = 130 - 105$; $d_4 = 25$; $Q_4 = \frac{|25|-10}{100-10}$; $Q_4 = 0,1667$; $Q_6(300;200)$; $d_6 = 300 - 200$; $d_6 = 100$; $d_6 < q$, proto $Q_6 = 0$.
- **Q(a₄;a₆):** varianta a₄ je lepší v kritériích *cena vstupu, neomezené vstupné, počet cest a plocha boulderu*, proto $Q_1(110;120)$; $d_1 = 110 - 120$; $d_1 = 10$; $d_1 < q$, proto $Q_1 = 0$. $Q_2(1;0)$, proto $Q_2 = 1$; $Q_4(130;120)$; $d_4 = 130 - 120$; $d_4 = 10$, proto $Q_4 = 0$; $Q_5(3000;700)$; $d_5 = 3000 - 700$; $d_5 = 2300$; $d_5 > p$, proto $Q_5 = 1$; $Q_6(300;200)$; $d_6 = 300 - 200$; $d_6 = 100$, proto $Q_6 = 0$.
- **Q(a₄;a₇):** varianta a₄ je lepší v kritériích *cena vstupu a plocha boulderu*, proto $Q_4(130;110)$; $d_4 = 130 - 110$; $d_4 = 20$; $Q_4 = \frac{|20|-10}{100-10}$; $Q_4 = 0,1111$; $Q_6(300;0)$; $d_6 = 300$; $Q_6 = \frac{|300|-200}{400-200}$, proto $Q_6 = 0,5$.
- **Q(a₄;a₈):** varianta a₄ je lepší v kritériích *cena vstupu, neomezené vstupné a počet cest*, proto $Q_1(110;130)$; $d_1 = 110 - 130$; $d_1 = 20$; $Q_1 = \frac{|20|-10}{30-10}$ proto $Q_1 = 0,5$. $Q_2(1;0)$, proto $Q_2 = 1$; $Q_4(130;104)$; $d_4 = 130 - 104$; $d_4 = 26$, $Q_4 = \frac{|26|-10}{100-10}$ proto $Q_4 = 0,1778$.

Výpočet intenzit preferencí Q pro variantu a₅ – Lezecké centrum FreeSolo Chodov:

- **Q(a₅;a₁):** varianta a₅ je lepší v kritériích *cena vstupu, počet cest a plocha bouldery*, proto Q₁(110;125); d₁ = 110 - 125; d₁ = -15; Q₁ = $\frac{|15|-10}{30-10}$; **Q₁ = 0,25**; Q₃(18;12); d₃ = 18 - 12; d₃ = 6; d₃ > p, proto **Q₃ = 1**; Q₆(200;0); d₆ = 200, proto **Q₆ = 0**.
- **Q(a₅;a₂):** varianta a₅ je lepší v kritériích *cena vstupu a počet cest*, proto Q₁(110;125); d₁ = 110 - 125; d₁ = -15; Q₁ = $\frac{|15|-10}{30-10}$; **Q₁ = 0,25**; Q₃(18;16); d₃ = 18 - 16; d₃ = 2; d₃ < q, proto **Q₃ = 0**.
- **Q(a₅;a₃):** varianta a₅ je lepší v kritériu *cena vstupu*, proto Q₁(110;150); d₁ = 110 - 150; d₁ = 40; d₁ > p, proto **Q₁ = 0,25**.
- **Q(a₅;a₄):** varianta a₅ je lepší v kritériích *výška stěny a plocha stěny*, proto Q₃(20;12); d₃ = 20 - 12; d₃ = 8; proto **Q₃ = 1**; Q₅(3000;600); d₅ = 3000 - 600; d₅ = 2400; d₅ > p, proto **Q₅ = 1**;
- **Q(a₅;a₆):** varianta a₅ je lepší v kritériích *cena vstupu, neomezené vstupné, počet cest a plocha stěny*, proto Q₁(110;120); d₁ = 110 - 120; d₁ = 10; d₁ < q, proto **Q₁ = 0**. Q₂(1;0), proto **Q₂ = 1**; Q₃(18;14); d₃ = 18 - 14; d₃ = 4, proto **Q₃ = 1**; Q₅(1000;700); d₅ = 1000 - 700; d₅ = 300; Q₅ = $\frac{|300|-200}{1000-200}$ proto **Q₅ = 0,125**.
- **Q(a₅;a₇):** varianta a₅ je lepší v kritériích *výška stěny, plocha stěny a plocha bouldery*, proto Q₃(18;13); d₃ = 18 - 13; d₃ = 5, d₃ > p, proto **Q₃ = 1**; Q₅(1000;700); d₅ = 1000 - 700; d₅ = 300; Q₅ = $\frac{|300|-200}{1000-200}$ proto **Q₅ = 0,125**; Q₆(200;0); d₆ = 200, proto **Q₆ = 0**.
- **Q(a₅;a₈):** varianta a₅ je lepší v kritériích *cena vstupu, neomezené vstupné, počet cest a plocha stěny*, proto Q₁(110;130); d₁ = 110 - 130; d₁ = 20; Q₁ = $\frac{|20|-10}{30-10}$ proto **Q₁ = 0,5**; Q₂(1;0), proto **Q₂ = 1**; Q₃(18;17,5); d₃ = 18 - 17,5; d₃ = 0,5, proto **Q₃ = 0**; Q₄(105;104); d₄ = 105 - 104; d₄ = 1, proto **Q₄ = 0**.

Výpočet intenzit preferencí Q pro variantu a₆ – Lezecké centrum SC Palmovka:

- **Q(a₆;a₁):** varianta a₆ je lepší v kritériích *cena vstupu, výška stěny, plocha bouldery a dopravní dostupnost*, proto Q₁(120;125); d₁ = 120 - 125; d₁ = -5; d₁ < q; **Q₁ = 0**; Q₃(14;12); d₃ = 14 - 12; d₃ = 2; d₃ < q, proto **Q₃ = 0**; Q₆(200;0); d₆ = 200, proto **Q₆ = 0**; Q₇(5;3), proto **Q₇ = 1**.
- **Q(a₆;a₂):** varianta a₆ je lepší v kritériích *cena vstupu a dopravní dostupnost*, proto Q₁(120;125); d₁ = 120 - 125; d₁ = -5; d₁ < q; **Q₁ = 0**; Q₇(5;3), proto **Q₇ = 1**.

- **Q(a₆;a₃):** varianta a₆ je lepší v kritériích *cena vstupu a dopravní dostupnost*, proto Q₁(120;150); d₁ = 120 - 150; d₁ = 30, proto **Q₁ = 1**; Q₇(5;3), proto **Q₇ = 1**.
- **Q(a₆;a₄):** varianta a₆ je lepší v kritériích *výška stěny, plocha stěny a dopravní dostupnost*, proto Q₃(14;12); d₃ = 14 - 12; d₃ = 2; proto **Q₃ = 0**; Q₅(700;600); d₅ = 700 - 600; d₅ = 100, proto **Q₅ = 0**; Q₇(5;1), proto **Q₇ = 1**.
- **Q(a₆;a₅):** varianta a₆ je lepší v kritériích *počet cest a plocha boulderu*, proto Q₄(120;105); d₄ = 120 - 105; d₄ = 15; $Q_4 = \frac{|15|-10}{100-10}$; **Q₄ = 0,0556**; Q₇(5;1), proto **Q₇ = 1**.
- **Q(a₆;a₇):** varianta a₆ je lepší v kritériích *výška stěny, počet cest, plocha boulderu a dopravní dostupnost*, proto Q₃(14;13); d₃ = 14 - 13; d₃ = 1; d₃ < q, proto **Q₃ = 0**; Q₄(120;110); d₄ = 120 - 110; d₄ = 10, proto **Q₄ = 0**; Q₆(200;0); d₆ = 200, proto **Q₆ = 0**; Q₇(5;3), proto **Q₇ = 1**.
- **Q(a₆;a₈):** varianta a₆ je lepší v kritériích *cena vstupu, počet cest a dopravní dostupnost*, proto Q₁(120;130); d₁ = 120 - 130; d₁ = 10; d₁ < q; **Q₁ = 0**; Q₄(120;104); d₄ = 120 - 104; d₄ = 16; $Q_4 = \frac{|16|-10}{100-10}$; **Q₄ = 0,0667**; Q₇(5;1), proto **Q₇ = 1**.

Výpočet intenzit preferencí Q pro variantu a₇ – Lezecké centrum Squashpark Cibulka v Košířích:

- **Q(a₇;a₁):** varianta a₇ je lepší v kritériích *cena vstupu a výška stěny*, proto Q₁(90;125); d₁ = 90 - 125; d₁ = -35; **Q₁ = 1**; Q₃(13;12); d₃ = 13 - 12; d₃ = 1; d₃ < q, proto **Q₃ = 0**.
- **Q(a₇;a₂):** varianta a₇ je lepší v kritériu *cena vstupu*, proto Q₁(90;125); d₁ = 90 - 125; d₁ = -35; **Q₁ = 1**.
- **Q(a₇;a₃):** varianta a₇ je lepší v kritériu *cena vstupu*, proto Q₁(90;150); d₁ = 90 - 150; d₁ = -60; **Q₁ = 1**.
- **Q(a₇;a₄):** varianta a₇ je lepší v kritériích *cena vstupu a výška stěny, plocha stěny a dopravní dostupnost*, proto Q₁(90;110); d₁ = 90 - 110; d₁ = -20; $Q_4 = \frac{|20|-10}{30-10}$; **Q₁ = 0,5**; Q₃(13;12); d₃ = 13 - 12; d₃ = 1; proto **Q₃ = 0**; Q₅(700;600); d₅ = 700 - 600; d₅ = 100, proto **Q₅ = 0**; Q₇(3;1), proto **Q₇ = 1**.
- **Q(a₇;a₅):** varianta a₇ je lepší v kritériu *cena vstupu, počet cest a dopravní dostupnost*, proto Q₁(90;110); d₁ = 90 - 110; d₁ = -20; $Q_4 = \frac{|20|-10}{30-10}$; **Q₁ =**

- $0,5$; $Q_4(110;105)$; $d_4 = 110 - 105$; $d_4 = 5$; $d_4 < q$; $Q_4 = 0$; $Q_7(3;1)$, proto $Q_7 = 1$.
- $Q(a_7;a_6)$: varianta a_7 je lepší v kritériu *cena vstupu a neomezené vstupné*, proto $Q_1(90;120)$; $d_1 = 90 - 120$; $d_1 = -30$; $Q_1 = 1$; $Q_2(1;0)$, proto $Q_2 = 1$.
- $Q(a_7;a_8)$: varianta a_7 je lepší v kritériu *cena vstupu, neomezené vstupné, počet cest a dopravní dostupnost*, proto $Q_1(90;130)$; $d_1 = 90 - 130$; $d_1 = -40$; $Q_1 = 1$; $Q_2(1;0)$, proto $Q_2 = 1$. $Q_4(110;104)$; $d_4 = 110 - 104$; $d_4 = 6$; $d_4 < q$; $Q_4 = 0$; $Q_7(3;1)$, proto $Q_7 = 1$.

Výpočet intenzit preferencí Q pro variantu a_8 – Lezecké centrum Třináctka ve Stodůlkách:

- $Q(a_8;a_1)$: varianta a_8 je lepší v kritériích, *výška stěny a plocha boulderu*, proto $Q_3(17,5;12)$; $d_3 = 17,5 - 12$; $d_3 = 5,5$; $d_3 > p$, proto $Q_3 = 1$; $Q_6(600;0)$; $d_6 = 600$, proto $Q_6 = 0$.
- $Q(a_8;a_2)$: varianta a_8 je lepší v kritériu *výška stěny*, proto $Q_3(17,5;16)$; $d_3 = 17,5 - 16$; $d_3 = 1,5$; $d_3 < q$, proto $Q_3 = 0$.
- $Q(a_8;a_3)$: varianta a_8 je lepší v kritériu *plocha boulderu*, proto $Q_6(600;300)$; $d_6 = 600 - 300$; $d_6 = 300$; $Q_6 = \frac{|300|-200}{400-200}$ proto $Q_6 = 0,5$.
- $Q(a_8;a_4)$: varianta a_8 je lepší v kritériích *plocha stěny a plocha boulderu*, proto $Q_5(1000;600)$; $d_5 = 1000 - 600$; $d_5 = 400$, $Q_5 = \frac{|400|-200}{1000-200}$, proto $Q_5 = 0,25$; $Q_6(600;300)$; $d_6 = 600 - 300$; $d_6 = 300$; $Q_6 = \frac{|300|-200}{400-200}$ proto $Q_6 = 0,5$.
- $Q(a_8;a_5)$: varianta a_8 je lepší v kritériích *výška stěny a plocha boulderu*, proto $Q_6(600;200)$; $d_6 = 600 - 200$; $d_6 = 400$, proto $Q_6 = 1$.
- $Q(a_8;a_6)$: varianta a_8 je lepší v kritériích *výška stěny, plocha stěny a plocha boulderu*, proto $Q_3(17,5;14)$; $d_3 = 17,5 - 14$; $d_3 = 3,5$; $Q_3 = \frac{|3,5|-2}{4-2}$ $Q_3 = 0,75$; $Q_5(1000;700)$; $d_5 = 1000 - 700$; $d_5 = 300$, $Q_5 = \frac{|300|-200}{1000-200}$, proto $Q_5 = 0,125$; $Q_6(600;200)$; $d_6 = 600 - 200$; $d_6 = 400$, proto $Q_6 = 0,5$.

Q(a₈;a₇): varianta a₈ je lepší v kritériích *výška stěny, plocha stěny a plocha bouldery*, proto Q₃(17,5;13); d₃ = 17,5 - 13; d₃ = 4,5; **Q₃ = 1**; Q₅(1000;700); d₅ = 1000 - 700; d₅ = 300, Q₅ = $\frac{|300|-200}{1000-200}$, proto **Q₅ = 0,125**; Q₆(600;0); d₆ = 600; d₆ > p, proto **Q₆ = 1**.

7.3 Výpočet globálních preferenčních indexů P

Výpočet globálních preferenčních indexů P pro variantu a₂ lezecké centrum Smíchov na Smíchově:

- **P(a₂;a₁) = (1*0,1392 + 0,25*0,1476 + 1*0,1133); P = 0,2895**
- **P(a₂;a₃) = (0,75*0,1323 + 0,233*0,1637+1*0,1133); P = 0,2507**
- **P(a₂;a₄) = (1*0,1392 + 1*0,1637 + 1*0,1476 + 1*0,1133 + 1*0,1564); P = 0,7202**
- **P(a₂;a₅) = (1*0,1637 + 1*0,1476 + 1*0,1133 + 1*0,1564); P = 0,581**
- **P(a₂;a₆) = (1*0,1474 + 1*0,1637 + 1*0,1476 + 1*0,1133); P = 0,572**
- **P(a₂;a₇) = (1*0,1392 + 0,5*0,1637 + 1*0,1476 + 1*0,1133); P = 0,482**
- **P(a₂;a₈) = (1*0,1474 + 1*0,1637 + 1*0,1476 + 1*0,1133 + 1*0,1564); P = 0,7284**

Výpočet globálních preferenčních indexů P pro variantu a₃ lezecké centrum BigWall Vysočany:

- **P(a₃;a₁) = (1*0,1392 + 0,25*0,1476 + 0,5*0,1133); P = 0,2328**
- **P(a₃;a₂) = (1*0,1392); P = 0,1392**
- **P(a₃;a₄) = (1*0,1392 + 1*0,1637 + 1*0,1476 + 1*0,1564); P = 0,6069**
- **P(a₃;a₅) = (1*0,1637 + 1*0,1476 + 1*0,1564); P = 0,4246**
- **P(a₃;a₆) = (1*0,1474 + 1*0,1392 + 1*0,1637 + 1*0,1476); P = 0,5979**
- **P(a₃;a₇) = (1*0,1392 + 1*0,1637 + 1*0,1476 + 0,5*0,1133); P = 0,5072**
- **P(a₃;a₈) = (1*0,1474 + 1*0,1392 + 1*0,1637 + 1*0,1476 + 1*0,1564); P = 0,6499**

Výpočet globálních preferenčních indexů P pro variantu a₄ lezecké centrum Ruzyně:

- **P(a₄;a₁) = (0,25*0,1323 + 0,5*0,1133); P = 0,0897**
- **P(a₄;a₂) = (0,25*0,1323); P = 0,0331**

- $P(a_4;a_3) = (1*0,1323); P = 0,1323$
- $P(a_4;a_5) = (0,1667*0,1637); P = 0,0273$
- $P(a_4;a_6) = (1*0,1474); P = 0,1474$
- $P(a_4;a_7) = (0,1111*0,1637 + 0,5*0,1133); P = 0,0748$
- $P(a_4;a_8) = (0,5*0,1323 + 1*0,1474 + 0,1778*0,1637); P = 0,0953$

Výpočet globálních preferenčních indexů P pro variantu a5 lezecké centrum FreeSolo Chodov:

- $P(a_5;a_1) = (0,25*0,1323 + 1*0,1392); P = 0,1723$
- $P(a_5;a_2) = (0,25*0,1323); P = 0,0331$
- $P(a_5;a_3) = (1*0,1323); P = 0,1323$
- $P(a_5;a_4) = (1*0,1392 + 0,25*0,1476); P = 0,1761$
- $P(a_5;a_6) = (1*0,1474 + 1*0,1392 + 0,125*0,1637); P = 0,3051$
- $P(a_5;a_7) = (1*0,1392 + 0,125*0,1476); P = 0,1574$
- $P(a_5;a_8) = (0,5*0,1323 + 1*0,1474); P = 0,2136$

Výpočet globálních preferenčních indexů P pro variantu a6 lezecké centrum SC Palmovka:

- $P(a_6;a_1) = (1*0,1564); P = 0,1564$
- $P(a_6;a_2) = (1*0,1564); P = 0,1564$
- $P(a_6;a_3) = (1*0,1323 + 1*0,1564); P = 0,2887$
- $P(a_6;a_4) = (1*0,1564); P = 0,1564$
- $P(a_6;a_5) = (0,0556*0,1637 + 1*0,1564); P = 0,1655$
- $P(a_6;a_7) = (1*0,1564); P = 0,1564$
- $P(a_6;a_8) = (0,0667*0,1637 + 1*0,1564); P = 0,1673$

Výpočet globálních preferenčních indexů P pro variantu a7 lezecké centrum SquashPark Cibukla v Košířích:

- $P(a_7;a_1) = (1*0,1323); P = 0,1323$
- $P(a_7;a_2) = (1*0,1323); P = 0,1323$

- $P(a_7;a_3) = (1*0,1323)$; $P = 0,1323$
- $P(a_7;a_4) = (0,5*0,1323 + 1*0,1564)$; $P = 0,2226$
- $P(a_7;a_5) = (0,5*0,1323 + 1*0,1564)$; $P = 0,2226$
- $P(a_7;a_6) = (1*0,1323 + 1*0,1474)$; $P = 0,2797$
- $P(a_7;a_8) = (1*0,1323 + 1*0,1474 + 1*0,1564)$; $P = 0,4361$

Výpočet globálních preferenčních indexů P pro variantu a8 lezecké centrum Třináctka ve Stodůlkách:

- $P(a_8;a_1) = (1*0,1323 + 1*0,1133)$; $P = 0,2525$
- $P(a_8;a_2) = 0$
- $P(a_8;a_3) = (0,5*0,1133)$; $P = 0,0567$
- $P(a_8;a_4) = (1*0,1476 + 0,5*0,1133)$; $P = 0,2043$
- $P(a_8;a_5) = (1*0,1133)$; $P = 0,1133$
- $P(a_8;a_6) = (0,75*0,1392 + 0,125*0,1476 + 1*0,1133)$; $P = 0,2362$
- $P(a_8;a_7) = (1*0,1392 + 0,125*0,1476 + 1*0,1133)$; $P = 0,271$