UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA MATEMATICKÉ ANALÝZY A APLIKACÍ MATEMATIKY

Bakalářská práce

Skupinové rozhodování

Vedoucí bakalářské práce: Vypracovala:

RNDr. Ondřej Pavlačka, Ph.D. **Zdeňka Paličková**

Rok odevzdání: 2012 MATPOJ, III. ročník

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením RNDr. Ondřeje Pavlačky, Ph.D. a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny použité zdroje.

Ve Staříči dne 17. dubna 2012

Chtěla bych poděkovat RNDr. Ondřeji Pavlačkovi Ph.D. za pomoc, kterou jsem od něj při psaní této bakalářské práce obdržela prostřednictvím konzultací, komentářů, nápadů, ale také za čas, který mi věnoval. Ráda by také poděkovala mým rodičům za finanční podporu během studia a vytvoření ideálních podmínek pro tvorbu mé bakalářské práce.

Obsah

Úvod

Životy nás a našeho okolí jsou od rána do večera ovlivňovány různými rozhodnutími. Některá z nich nám život příliš významně neovlivní, záhy na ně zapomínáme, některá nám ale naproti tomu mohou způsobit nepříjemné pocity z toho, že jsme se možná rozhodli špatně. Lidský mozek je nastaven tak, aby se rozhodoval správně, tedy v náš prospěch. Výsledné rozhodnutí je ale ovlivňováno danými podmínkami, vážnosti situace, ve které se nacházíme a nesmíme zapomínat také na naše přání a intuici. Neobjektivnost rozhodovatele může mít na svědomí nejedno „špatné" rozhodnutí, zejména tehdy, pokud se rozhoduje na základě několika kritérií.

Některá rozhodnutí nečiníme sami. Rozhodovatelem se může stát také rodina, parta přátel, kolegů a většina zájmových skupin. Pokud nebudeme brát inspiraci v despotické společnosti, kde jeden rozhoduje naproti námitkám a názorům ostatních, můžeme se domnívat, že dnešní společnost dává přednost společnému kompromisu. Jak ale takový kompromis nalézt?

Matematika, královna věd – s tímto pořekadlem naprosto souhlasím. I tady při rozhodování nám bude tato věda vodítkem a rádcem. Díky matematickým postupům se můžeme oprostit od neobjektivností při rozhodování a nalézt „správná" řešení. Metody vícekriteriálního rozhodování nám pomohou v této prácí vyřešit ilustrativní příklad skupinového charakteru. Tyto metody pracují s váhami kritérií a s určením těchto vah, kterému běžný lajk nedává potřebnou důležitost. My jsme vybrali jen pár metod, kterým se budeme věnovat, je jich samozřejmě více a jejich přehled lze nalézt např. v literatuře [2].

Tato práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. V teoretické části se seznámíme s pojmy, definicemi a postupy, které budeme potřebovat znát v praktické části. Po provedení všech potřebných výpočtů, se budu snažit vybrat tu nejlepší variantu. Rozhodla jsem se k jejímu získání dojít pomocí použití metody Minimax, Maximax a také pomocí přiřazení hlasů jednotlivým rozhodovatelům. S praktickou částí je spjatá příloha, která se bude nacházet na konci práce.

1. TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Základy vícekriteriálního rozhodování

V této kapitole se budeme věnovat pojmům týkajících se vícekriteriálního rozhodování.

Kapitola je zpracována pomocí literatury [1], [2].

1.1.1 Rozhodovací proces

Rozhodovacími procesy se nejčastěji rozumí procesy řešení problému s více než jednou možností řešení. Řešením vícekriteriální rozhodovací úlohy se rozumí postup, který vede k nalezení "optimálního" výsledku vzhledem k více než jednomu uvažovanému kritériu. Takový postup se nazývá vícekriteriální optimalizace. Vzájemně provázané činnosti tvořící náplň rozhodovacích procesů lze charakterizovat jednotlivými fázemi:

- formulace a stanovení cílů rozhodovacího problému,
- volba kritérií pro rozhodování,
- tvorba souboru variant řešících daný problém,
- zhodnocení důsledků variant vzhledem k rozhodovacím kritériím,
- konečné rozhodnutí, tj. výběr varianty (variant) řešení problému.

Rozhodovací proces zahrnující všechny výše uvedené fáze se někdy nazývá *rozhodovací proces v širším smyslu* na rozdíl od *rozhodovacího procesu v užším smyslu*, ve kterém jsou již zadány cíle, kritéria i rozhodovací varianty. V této práci se budeme zabývat především níže jmenovaným procesem v užším smyslu, v němž lze výhodně uplatnit formalizované postupy a metody rozhodování. Rozhodováním v širším smyslu se podrobně zabývá např. publikace [2]

1.1.2 Prvky vícekriteriálního rozhodovacího procesu

Mezi prvky vícekriteriální rozhodovací úlohy patří:

- cíl rozhodování,
- subjekt a objekt rozhodování,
- kritéria (vlastnosti, charakteristiky, atributy),
- varianty (alternativy, možnosti, prvky),
- stavy světa (stavy systémů, scénáře rozhodování).

Cílem rozhodování rozumíme určitý výsledek, neboli budoucí stav systému (okolí rozhodovatele), který plyne z nutnosti uspokojit určité potřeby nebo plnit jisté funkce. Cíle se má dosáhnout realizací některé z variant rozhodování. Cíl rozhodování se obvykle hierarchický rozkládá do dílčích cílů, které se transformují do podoby rozhodovacích kritérií.

Variantami mohou být nejrůznější prvky, které má smysl vzájemně porovnávat, nebo přicházejí v úvahu pro výběr v určitém konkrétním rozhodování. Například zákazník se rozhoduje při koupi mezi výrobky určitého typu, ředitel podniku rozhoduje mezi různými možnými výrobními programy.

Rozhodovací *kritéria* mohou mít různou povahu od fyzikálních, technických nebo technologických měřitelných vlastností, přes ekonomická kritéria vyjadřovaná peněžními jednotkami až k neměřitelným subjektivním kritériím typu krása, vůně aj. Někdy u kritérií rozlišujeme, zda existují nezávislé na naší vůli – v tom případě se jedná o *charakteristiky* (cena nemovitosti, rozloha pozemku v m^2), jindy kritéria úmyslně vytváříme – pak hovoříme o *atributech* (vzdálenost do nákupního centra, rozsah pokrytí daného mobilního operátora, plynofikace). Podle kritérií jsme již schopni uspořádat jednotlivé varianty.

Subjektem rozhodování může být jednotlivec nebo skupina jednotlivců (podnik, rodina), která rozhoduje. Protipólem rozhodování je *objekt* rozhodování, který představuje systém, v němž je formulován rozhodovací problém, cíl, kritéria i varianty rozhodování. V této práci se budeme zabývat situací, kdy subjektem rozhodování je skupina osob-rodina.

Důsledky variant vyjádřené jako hodnoty kritérií jsou buď jednoznačné, nebo závisejí na *stavech světa* (stavy systému, scénáře rozhodování). Ty jsou chápány jako vzájemně se vylučující stavy té části okolí rozhodovacího systému, která je mimo kontrolu rozhodovatele.

1.1.3 Klasifikace rozhodovacích procesů

Mezi základní klasifikační hledisko patří členění procesů z hlediska jejich složitosti a možnosti algoritmizace. Pak rozlišujeme:

- dobře strukturované procesy,
- špatně strukturované procesy

Dobře strukturované rozhodovací procesy, které označujeme též jako jednoduché, programované, resp. algoritmizované[1], mají rutinní postupy řešení. Pro tyto procesy je charakteristické, že proměnné, které se v nich vyskytují, lze vesměs kvantifikovat. Jako příklad můžeme uvést obsazení jednotlivých strojů pracovníky, stanovení velikosti objednávky materiálů aj.

Opačným případem jsou *špatně strukturované rozhodovací procesy*. Pro ně je charakteristické:

- jejich novost a mnohdy neopakovatelnost,
- neexistence standardní procedury jejich řešení,
- potřeba uplatnění tvůrčího přístupu, využití zkušenosti a intuice,
- existence většího počtu kritérií hodnocení variant řešení, z nichž některá jsou kvalitativní povahy.

Jako příklad lze uvést rozhodování o vytvoření společného podniku, výběr vhodného rodinného domu apod.

Je potřeba poznamenat, že dobře a špatně strukturované procesy, tak jak jsme je definovali, představují spíše určitou abstrakci. Jen málo procesů je výhradně dobře nebo špatně strukturovaných, že patří výhradně do těchto dvou skupin. Většina z nich představuje spíše určité kombinace obou těchto typů, často ovšem s převahou rysů buď dobře, nebo špatně strukturovaných procesů. I některé rutinní problémy mohou obsahovat – v závislosti na změnách situace – určité nové prvky a vyžadovat tak při jejich řešení jistou invenci. Naopak, pokud se řeší některé špatně strukturované problémy (např. výběr kolegy pro zpracování

[1] Algoritmus zde chápeme jako existenci procedury, pomocí které se vstupní informace rozhodovacího procesu transformují jednoznačně na informaci výstupní, tj. rozhodnutí.

zadaného úkolu) opakovaně, může jejich řešení poskytnout určité zkušenosti, a tak snížit náročnost typově blízkých problému, které se mohou objevit v budoucnosti.

Mezi další hledisko při klasifikaci rozhodovacích procesů patří informace o stavech světa a důsledcích variant vzhledem k jednotlivým kriteriím.

Tato informace může být buď úplná – deterministická vzhledem k jednoznačnosti stavů světa a hodnot kritérií jednotlivých variant, tzn. rozhodovatel ví s jistotou, který stav světa nastane a jaké budou důsledky variant, nebo neúplná – náhodná, tj. pokud rozhodovatel zná možné situace (stavy světa), které mohou nastat, a tím i důsledky variant při těchto stavech světa. V prvním případě hovoříme o *rozhodování za jistoty*, ve druhém případě o *rozhodování za rizika*, nebo *rozhodování za nejistoty.* Rozhodování za rizika odlišujeme od rozhodování za nejistoty podle toho, zda známe příslušné pravděpodobnosti rozdělení, nebo jej můžeme zjistit. Pokud rozdělení pravděpodobnosti neznáme a nejde je ani zjistit, jedná se o rozhodování za nejistoty. V této práci se budeme věnovat rozhodování za jistoty.

1.2 Kritéria a tvorba variant

Kapitola je zpracována rovněž podle literatury [1], [2],[3].

Výběr kritérií pro hodnocení variant, vlastní tvorba variant a jejich hodnoceni vzhledem k přijatému souboru kritérií představují fáze řešení rozhodovacích problémů, které by měly probíhat v úzké vzájemné návaznosti. I když je někdy v praxi těžké oddělit tyto fáze od sebe (často se vzájemně prolínají), musíme vyžadovat, aby výběr a formulace kritérií hodnocení proběhly před tvorbou variant. Důvod spočívá v tom, že zvolená kritéria určují aspekty variant, které budou předmětem hodnocení a ovlivní tvorbu optimální varianty či správné stanovení preferencí jednotlivých variant. Opomenutí určitých kritérií se pak může projevit ve skutečnosti, že některé stránky variant se zanedbávají, určité jejich účinky se nezjišťují, a nejsou tedy ani předmětem hodnocení. Teprve po realizaci zvolené varianty se může projevit její nevhodnost působená existencí nepříznivých dopadů, které rozhodovatel (vzhledem k neexistenci odpovídajících kritérií) při hodnocení variant a volbě varianty určené k realizaci nebral v úvahu.

Uplatnění kritérií hodnocení při posuzování výhodnosti jednotlivých variant rozhodování vyžaduje chápat určité odlišnosti kritérií. Je třeba rozlišovat kritéria, jejichž důsledky variant vzhledem k těmto kritériím jsou vyjádřeny:

- číselně, tj. kvantitativní kritéria (rozloha pozemku, počet pokojů v domě),
- slovně, tj. kvalitativní kritéria (barva omítky).

Předností *kvantitativních kritérií* je zpravidla jejich:

- jednoznačný smysl pro rozhodovatele,
- snadná měřitelnost.

Důležitým pojmem vystupujícím v souvislosti s kritérií hodnocení jsou *stupnice (škály)* měření těchto kritérií (měřením zde rozumíme uspořádání variant rozhodování z hlediska daného kritéria, aniž by jim musela být vždy přiřazená určitá čísla). Stupnice používané k měření kritérií lze rozdělit:

- na nominální (jmenné),
- na ordinální (pořadové),
- a na kardinální (intervalové a poměrové).

Nominální stupnice představuje nejjednodušší typ stupnice. Určité (kvalitativní) kritérium je měřitelné v nominální stupnici, jestliže lze varianty podle znalosti důsledků vzhledem k danému kritériu zařadit do určitých tříd tak, že varianty zařazené do určité třídy považují za rovnocenné. Jednotlivé stupně nominální stupnice se vylučují. Příkladem této stupnice může být barva u hodnocení variant automobilů, které lze zařadit podle této barvy do různých tříd (černá, bíla, atd.). Nebo zařazení osob dle rodinného stavu (vdaná, vdovec) či pohlaví.

Vyšším typem stupnice je *stupnice ordinální,* která umožňuje uspořádání variant rozhodování z hlediska daného kritéria hodnocení od varianty nejvýhodnější po variantu nejméně výhodnou. Příkladem může být hodnocení učitele ve stupních výrazně pozitivní, pozitivní, neutrální, negativní, výrazně negativní. Nebo např. následky nějakého řešení můžou být značné, střední, nízké či žádné. Ordinální stupnice umožňuje tedy stanovit pořadí výhodnosti variant, o žádné dvojici variant však nemůže poskytnout informaci ve smyslu o kolik, resp. kolikrát je jedna varianta z hlediska daného kritéria lepší nebo horší než druhá varianta. Vzhledem k tomu, že se ordinální stupnice užívá k měření kvalitativních kritérií, označují se též tato kritéria jako *kritéria ordinální.*

Posledním zmíněným typem je *stupnice kardinální*, která může mít podobu *stupnice intervalové* nebo *poměrové.*

Intervalová stupnice umožňuje měřit „vzdálenost" vzdálenost mezi dvěma objekty (variantami) z hlediska daného kritéria, to jest určit, o kolik je jeden objekt (varianta) větší či menší než druhý při přijaté jednotce měření.

Poměrová stupnice umožňuje určit, kolikrát je daný objekt (varianta) větší či menší podle daného kritéria než jiný objekt.

Obě stupnice předpokládají určit jednotku měření a počátek, který lze určit u intervalové stupnice určit náhodně, u poměrové stupnice však musí jít o přirozený počátek vyplývající z vlastností měřeného kritéria. Typickým příkladem intervalové kardinální stupnice může být teplota, jak v stupních Celsia, tak ve stupních Fahrenheita. V případě poměrové kardinální stupnice by kritérium mohlo vyjadřovat, že je jeden přístroj 1.5krát výkonnější než druhý.

1.2.1 Obecné zásady tvorby souboru kritérií

Základním vodítkem při stanovení kritérií hodnocení jednotlivých variant, jsou především cíle, kterých chce rozhodovatel řešením rozhodovacího problému dosáhnout, neboť kritéria hodnocení slouží zejména pro stanovení stupně splnění těchto cílů zvolenými variantami. Každému dílčímu cíli, který je při řešení problému pro rozhodovatele důležitý by mělo proto odpovídat určité kritérium hodnocení. V některých případech může být stupeň splnění určitého cíle posuzován podle více kritérií, je proto nutné zajistit, aby zvolená kritéria nebyla vzájemně redundantní. Kromě této vlastnosti je také požadována:

- úplnost,
- operacionalita,
- minimální rozsah,
- nezávislost.

Je to proto, aby kritéria byla pro další fázi rozhodovacího procesu bez výhrad použitelná. Podrobnější popis jednotlivých vlastností lze nalézt v literatuře [2].

1.2.2 Metody stanovení vah kritérií

Váhy kritérií jsou nezáporná reálná čísla, která vyjadřují rozdílnou významnost kritérií. Čím je kritérium významnější, tím vyšší váha se mu přiřazuje. Váhy kritérií $K_1, K_2, ..., K_m$ označujeme jako $w_1, w_2, ..., w_m$. V tomto případě mluvíme o tzv. *nenormovaných vahách*.

Abychom byli schopni váhy stanovené různými metodami porovnávat, je zapotřebí je *znormovat*. Normování nenormovaných vah $w_j \geq 0$, j=1,…, m, se provádí podle vzorce:

$$v_j = \frac{w_j}{\sum_{k=1}^{m} w_k}, \tag{1}$$

kde $v_j \geq 0$, j=1,…, m, představují *normované váhy*, které se vyznačují tím, že nabývají hodnot z intervalu $\langle 0,1 \rangle$ a jejich součet se musí rovnat jedné, tzn.

$$\sum_{j=1}^{m} v_j = 1. \tag{2}$$

Budou zde popsány pouze metody stanovení vah kritérií, které budou použité v praktické části této práce, tou jsou metody *Metfesselove alokace* a *Saatyho metoda*.

Metfesselova alokace

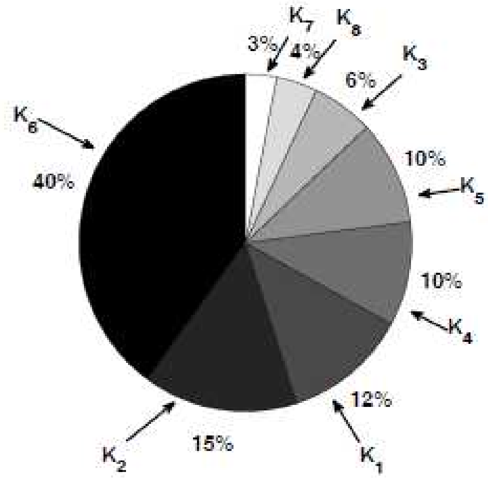
Metfesselova alokace nám stanovuje váhu v_i jako procentuální podíl *i*-tého dílčího hodnocení na hodnocení celkovém. Rozlišujeme Metfesselovu alokaci přímou a postupnou[2].

Metfesselova alokace přímá mezi všechna kritéria rozdělí 100 bodů (procent) v závislosti na tom, jakou část celkového cíle pokrývají dílčí cíle odpovídající jednotlivým kritériím. Graficky znázorňujeme pomocí koláčového grafu. Největší dílek má nejvýznamnější kritérium. Výsledkem jsou normované váhy.

---

[2] Tato metoda je blíže popsána v literatuře [2].

V praktické části této práce bude použita metoda přímá. Zde je příklad na stanovení vah osmi kritérií.



Obrázek 1 Příklad koláčového grafu

Saatyho metoda

Saatyho metoda se provádí ve dvou krocích. Nejprve si určíme matici intenzit preferencí S. Prvky matice S, které označujeme jako s_{ij} (i-tý řádek, j-tý sloupec), vyjadřují kolikrát je kritérium K_i významnější než kritérium K_j, pokud platí, že K_i je významnější nebo stejně významné jako K_j. Tento poměr významností dvou kritérií, který je vyjádřen prvky s_{ij}, lze také interpretovat jako poměr jejich vah:

$$s_{ij} = \frac{v_i}{v_j}, \text{ i, j=1,2,…, m.}$$

Na základě toho, kolikrát je kritérium K_i významnější než K_j, přiřazujeme prvkům s_{ij} matice intenzit preferencí S čísla od 1 do 9, jejichž význam je uveden v Tabulce 1 Jazykové deskriptory. Pro jemnější rozlišení preferencí dvojic kritérií se používají hodnoty 2, 4, 6, 8.

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

Tabulka 1 Jazykové deskriptory

Pokud platí, že K_j je významnější než K_i, určíme prvky s_{ij} takto:

$$s_{ij} = \frac{1}{s_{ji}}.$$

Platí, že jestliže kritérium K_i je s_{ji}-krát významnější než kritérium K_j, potom významnost kritéria K_i tvoří $\frac{1}{s_{ji}}$ - tou část významnosti kritéria K_j.

Druhým krokem je stanovení samotných vah vycházejících ze znalosti matice S, k čemuž lze využít více postupů, například určení vlastního vektoru příslušného k maximálnímu vlastnímu číslu matice intenzit preferencí S nebo metodu nejmenších čtverců, která minimalizuje výraz:

$$D = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{m} \left(s_{ij} - \frac{v_i}{v_j} \right)^2 ,$$

za podmínky

$$\sum_{i=1}^{m} v_i = 1 .$$

Tyto dva postupy vyžadují použití počítačového softwaru Matlab. V této práci se bude pro výpočet vah kritérií Saatyho metodou používat geometrický průměr, vypočítávaný z řádků matice S. Výsledky získané tímto postupem jsou téměř totožné s vahami získanými jako vlastní vektor matice S odpovídající jejímu největšímu vlastnímu číslu.

1.2.3 Tvorba variant

Vzhledem ke své základní funkci, kdy varianty řešení rozhodovacích problémů tvoří základ pro kvalitní rozhodnutí, je tvorba variant jednou z nejvýznamnějších fází řešení rozhodovacích problémů.

Je jisté, že kvalita variant ovlivňuje kvalitu celého řešení a naopak nekvalitní varianty mohou realizaci či úspěch řešení rozhodovacích problémů poškodit, či zcela znemožnit.

S kvalitou variantních řešení úzce souvisí také kvantita variant. Pokud má rozhodovatel možnost volit mezi mnoha variantami, existuje pravděpodobnost, že mezi těmito variantami existuje taková, která zajistí optimální řešení rozhodovacího problému, i když, že existencí velkého množství variant není nalezení této optimální varianty stoprocentně zaručeno. Zásadní axiom rozhodování, a sice že se nejedná o rozhodovací proces, pokud existuje jen a pouze jedna varianta řešení, je odvozen právě z poznatku, že množství nalezených variant řešení pozitivně ovlivňuje výsledný efekt celého rozhodovacího procesu.

Základním předpokladem k tomu, jaký přístup rozhodovatel v rámci fáze tvorby variant zvolí, je skutečnost, zda je soubor variant řešení problémů rozhodovateli známý, či nikoliv. Znalost variant může vyplývat přímo z povahy řešeného problému, mnohdy ani není třeba požadovat k již existujícímu souboru další varianty řešení. Takovým problémem může být situace, kdy se majitel domu rozhoduje o rekonstrukci kuchyně a hledá designéra. Jednotlivými variantami jsou pak nabídky od různých interiérových designérů, jež splňují zadané vstupní požadavky. Pokud je nabídek dostatek, nebylo by účelné ani efektivní, kdyby majitel požadoval další a další nabídky.

Tvorba variant vychází z poznatků získaných v předchozích fázích rozhodovacího procesu (vyhodnocení situace analýza problému a jeho formulace, stanovení kritérií hodnocení). Při tvorbě variant musí rozhodovatel dále zohlednit odlišnost jednotlivých typů problémů- *dobře* a *špatně strukturované.*

- U řešení dobře strukturovaných problému je možné- a někdy i žádoucí- využití matematických metod a modelů.
- Naopak při řešení špatně strukturovaných problémů se matematické modely používají pouze omezeně a obě fáze se navzájem oddělují. Tvorba variant probíhá pomocí tvůrčích metod, které jsou do velké míry závislé na myšlenkových pochodech rozhodovatele či skupiny rozhodovatelů. Metody podporující tvorbu variant špatně

strukturovaných problémů se někdy v literatuře souhrnně označují pojmem metody hledání nových myšlenek.

Metody tvorby variant můžeme rozdělit na metody intuitivní a metody systematicko-analytické[3].

V praxi se můžeme setkat s určitými nedostatky při tvorbě variant, jimi jsou např.:

- Nejsou specifikovány všechny cíle, jichž se má řešením problému dosáhnout, ale pozornost je soustředěna pouze na jediný cíl či jedinou variantu řešení, která splnění tohoto cíle umožňuje → je odmítáno hledat jinou variantu a při tom se argumentuje, že tato jediná varianta splňuje najednou více cílů.
- Nehledají se nová řešení, neaplikují se postupy řešení problému již známého, přičemž se zapomíná, že analogické postupy již existujících řešení nelze používat v případě jedinečných problémů (často při řešení problémů „nezasvěcený" pohled zvenčí, můžeme vyslechnout názor třetích osob).
- Varianty řešení jsou často zpracovány značně jednostranně, což neumožňuje stanovit jejich důsledky vzhledem ke všem kritériím hodnocení.

1.3 Metody používané k vícekriteriálnímu hodnocení variant

V této podkapitole jsou rozebrány metody a jejich postupy, které budou využity v praktické části. Podklady pro zpracování jsou získány z literatury [3].

1.3.1 Metoda váženého průměru stupňů naplnění dílčích cílů

Nejprve si musíme namodelovat každý dílčí cíl (pro každé kriterium). U kvantitativních kritérií to provedeme pomoci funkce f_j : (x°,x*) → <0,1>, kde x° je nejhorší možná hodnota kritéria, x* je nejlepší možná hodnota kritéria bez ohledu na hodnoty, kterých dosáhly naše varianty, tuto funkci definujeme takto: Určíme interval hodnot, se kterými jsme stoprocentně spokojeni, které naprosto splňují náš cíl. Tam bude funkce f_j

[3] Metody jsou podrobně rozebrány v literatuře [2].

nabývat hodnoty 1. Poté určíme interval hodnot, které nám nevyhovuji vůbec vzhledem k našemu předem stanovenému cíli. Na takovém intervalu bude funkce f_j nulová. Ve zbylých intervalech funkci dodefinujeme lineární funkci. Funkce f_j bude po částech lineární. Když máme definovanou funkci f_j, dosazujeme do ní postupně důsledky x_{ij} všech variant a získáváme tak dílčí hodnoceni u_{ij} každé varianty (číslo z intervalu <0,1>). Tato dílčí hodnocení zapíšeme podobně jako u předchozích metod do přehledné tabulky.

V případě kvalitativních kritérií můžeme modelovat cíl stejným způsobem na námi zvolené bodové stupnici (meze teto stupnice budou představovat nejhorší a nejlepší možná bodová ohodnoceni bez ohledu na bodová hodnoceni, které obdržely naše varianty), nebo důsledek x_{ij} dané varianty sami ohodnotíme číslem u_{ij} z intervalu <0,1> podle toho, nakolik procent jsme s tímto důsledkem vzhledem k našemu předem stanovenému cíli spokojeni.

Optimální je varianta, která má největší hodnotu u_{ij},tedy:

$$max \sum_j v_j \, u_{ij},$$

kde pro váhy v_j zkonstruovaných Metfesselovou alokací musí platit vztah (2).

1.3.2 Saatyho analytický hierarchický proces (AHP)

Tato metoda patří spolu s Metodou párového srovnání variant do tzv. metod založených na párovém srovnávání variant. Velkou přednosti těchto metod je skutečnost, že se dají použít jak v případě kritérií kvantitativních, tak v situaci, kdy se rozhodujeme na základě kritérií kvalitativních.

Pro každé kritérium K_j v souboru sestrojujeme matici S_j, kde její prvky stanovujeme následovně:

$$s_{\boldsymbol{ik}} = \begin{cases} \frac{\boldsymbol{x_{ij}}}{\boldsymbol{x_{kj}}}, & pro\ kvantitativní\ kritérium\ s\ rostoucí\ preferencí; \\ \frac{\boldsymbol{x_{kj}}}{\boldsymbol{x_{ij}}}, & pro\ kvantitativní\ kritérium\ s\ klesající\ preferencí; \end{cases}$$

kvalitativním kritériím přiřazujeme tyto hodnoty: $\left\{ 1/_9, 1/_7, 1/_5, 1/_3, 1, 3, 5, 7, 9 \right\}$

Hodnoty $\left\{ 1/_9, 1/_7, 1/_5, 1/_3, 1, 3, 5, 7, 9 \right\}$ odpovídají příslušnému jazykovému deskriptoru (viz. Tabulka 1, kapitola 2.2.2.). Máme-li v projektu kvantitativní kritérium, vzhledem k němuž nabývají některé varianty důsledku nula, vytváříme matici S pomocí jazykových deskriptorů stejně jako u kvalitativních kritérií.

Pro každou matici S_j najdeme vlastní vektor odpovídající největšímu vlastnímu číslu (nebo geometrický průměr řádku). A tento vektor znormujeme. Znormovaný vlastní vektor zapíšeme jako sloupec do tabulky a celkové hodnoceni jednotlivých variant spočítáme jako vážené průměry řádků této tabulky. K výpočtu použijte Saatyho váhy. Optimální varianta je ta, které je přiřazeno maximální celkové hodnoceni u_i.

V případě kvantitativních kriterii, si můžeme ušetřit práci a dílčí hodnoceni variant nehledat přes matice a vlastní vektory. Bude stačit, když u kritérií s rostoucí preferencí vezmeme hodnoty z tabulky důsledků a znormujeme je. U kritérií s klesající preferencí znormujeme převrácené hodnoty z tabulky důsledků. Pokud však některý z důsledků je nulový, postupujeme jako v případě kvalitativních kritérií, tj. využijeme jazykové deskriptory, sestavíme matici a dílčí hodnoceni najdeme, jako vlastni vektor (nebo geometricky průměr řádku).

1.4 Skupinové rozhodování

Tato kapitola je zpracována pomocí literatury [1], [2].

Jak již bylo zmíněno v kapitole 1.1.1, rozhodovací proces představuje výběr mezi několika variantami. Rozhodovatel, v našem případě skupina rozhodovatelů, se snaží vybrat tu nejlepší. U skupinového rozhodování je nutné a také užitečné agregovat individuální rozhodnutí členů skupiny do rozhodování skupinového, které je určitým kompromisem.

Skupinové rozhodování nemá doposud jednotnou teorii, je to tedy souhrn různých disciplín. Tyto dílčí disciplíny se liší nejenom charakterem řešených problémů, ale také přístupy, technikami a velikosti skupiny. Využívá se v něm výsledků teorie společenského výběru, teorie her, teorie užitku a některých dalších disciplín.

Stále více se stává oblíbený a prosazovaný názor, že řešení získané skupinovým rozhodováním, např. ve formě výsledků hlasování rozhodovatelů, mají vetší naději na úspěch než nařízení a kontrola.

Z povahy rozhodovacího problému často plyne fakt, že některá rozhodnutí nemůže jedinec provádět sám, protože na jeho výsledku je zainteresováno více jedinců. Každý z nich má vlastní představu o řešení problému, a ta se obvykle více či méně liší od představ jiných jedinců. Výsledné řešení je tedy kompromisem mezi všemi jedinci.

Skupinové rozhodování má významné přednosti, avšak také nedostatky. Mezi jeho přednosti patří především vyšší kvalita rozhodování, vlivem zvýšení rozsahu informací a znalostí, lepším pochopením problému. Uplatnění předností skupinového rozhodování však závisí na vztazích mezi členy skupiny. Mezi nejvýznamnější nevýhody skupinového rozhodování patří především vyšší časová náročnost, možnost individuální dominance, nákaza chybami ostatních členů skupiny, možnost vyloučení progresivních variant řešení, skupinové myšlení (snaha dosáhnout shody místo hledání nejlepší varianty) a sociální lenost.

Kvalitu skupinového rozhodování zvyšuje především vedoucí skupiny, který by měl mít jisté osobnostní charakteristiky a dovednosti, dále složení skupiny (kompetentní členové skupiny, kteří se budou podílet na realizaci rozhodnutí) a velikost skupiny (ne více než 10 až 15 členů). Skupinové rozhodování můžeme rozdělit podle charakteristik vedoucího skupiny na *autokratický styl*, *demokratický st*yl a *liberální styl*[4].

Mezi hlavní metody skupinového rozhodování patří *metody společenského výběru* a *metody konfliktních situací*, využívá se také metoda AHP (viz podkapitola 1.3.2).

1.4.1 Metody společenského výběru

Metody společenského výběru jsou součástí *teorie společenského výběru*. V ní se rozhodovací varianty nazývají *kandidáti*, rozhodovatele jsou *voliči*, agregační procedura se nazývá *volební systém*. Cílem metod společenského výběru je volba jednoho nebo několika kandidátů z množiny přípustných kandidátů. Každý volič posuzuje každého kandidáta podle vlastních kritérií, které se mohou u jednotlivých kritérií lišit. Každý volič „sumarizuje"svoje osobní postoje vůči kandidátům a vyjádři je způsobem přípustným v daném volebním sytému (individuálním hlasováním). Poté proběhne druhá fáze volebního procesu, a to vyhodnocování hlasování, které je přesně stanoveno volebním systémem. Existuji dva způsoby, kterými lze dosáhnout výsledné agregace individuálních hlasování. První způsob se nazývá funkce společenského výběru, kdy množina kandidátu je konečná, druhý způsob je pak funkce společenského blahobytu, kdy množina kandidátů je množina možných stavů

[4] Jednotlivé styly jsou podrobně vysvětleny v literatuře [2].

společnosti a je tedy nekonečná. Podrobnější informace o těchto funkcích a volebních systémech je možné získat např. z literatury [4].

1.4.2 Metody konfliktních situací

Matematickým modelováním konfliktních situací se zabývá *teorie her*. V teorii her se rozhodovací varianty nazývají *strategie*, rozhodovatelé se nazývají *hráči*, agregačními procedurami jsou *koncepty řešení her*. Konfliktní situace se rozdělují podle několika hledisek:

- podle počtu hráčů (hry 2 hráčů, *n*-hráčů, nekonečné hry),
- podle typu konfliktu (antagonistické a neantagonistické hry),
- podle spolupráce hráčů (kooperativní a nekooperativní hry) aj.

Teorie vyjednávání poskytuje prostředky k řešení špatně strukturovaných situací. Množina rozhodovacích variant tu tvoří *vyjednávací návrhy*, rozhodovatelé jsou *vyjednavači* a agregačními procesy jsou *vyjednávací koncepce*.

1.4.3 Agregace celkových hodnocení podle jednotlivých rozhodovatelů

Máme n variant, m rozhodovatelů a k dispozici hodnocení variant podle každého rozhodovatele h_{ij} (u Metody váženého průměru naplnění dílčích cílů označujeme u_{ij}) a váhy jednotlivých rozhodovatelů v_j, kde $i=1,\dots n$ a $j=1,\dots m$. Existuje několik přístupů jak je agregovat. Popíšeme si některé z nich jak u Saatyho AHP, tak u Metody váženého průměrů naplnění dílčích cílů a princip bude předveden v Praktické části.

a) <u>Saatyho AHP</u>

U této metody nám bude postup agregace známý z teorie Saatyho AHP, kde využijeme Saatyho metodu k získání vah jednotlivých rozhodovatelů, vznikne tzv. matice intenzit preferencí mezi rozhodovateli. Výsledná hodnocení podle jednotlivých rozhodovatelů se vynásobí jednotlivými váhami všech rozhodovatelů a námi hledaná nejlepší varianta bude mít nejvyšší hodnotu, tj.

$$\max_{i=1,\dots n} \sum_j v_j\, h_{ij}.$$

b) Metoda váženého průměru stupňů naplnění dílčích cílů

V této práci provedeme agregaci třemi způsoby. Za prvé pomocí Maximaxu, pak pomocí Minimaxu a nakonec přiřazením vah jednotlivým rozhodovatelům. Jelikož je pro nás v této práci pojem Minimax a Maximax dosud neznámý, popíšeme nejprve tyto dvě metody, využijeme přitom literaturu [3].

Jedná se o metody bez informace o preferencích v množině kritérií. Můžeme je považovat za nejjednodušší metody vícekriteriálního hodnoceni variant s nejmenšími nároky. Tyto metody lze použit nejen v případě, kdy nemáme stanoveny váhy jednotlivých kriterii, ale i v případě, kdy kriteria nedokážeme uspořádat podle významnosti. Minimax použijeme, pokud chceme nalézt takovou variantu, která by nebyla podle žádného kriteria špatná. Kdybychom metodu Minimax uplatnili při výběrovém řízeni, snažili bychom se najít člověka, který umí z každé požadované oblasti alespoň něco málo. Výsledkem aplikace Maximax naopak bude varianta, která má výborné hodnocení vzhledem k alespoň jednomu kriteriu. Ve výběrovém řízeni bychom byli rádi, kdyby metoda Maximax poskytla člověka, který by byl odborníkem v alespoň jedné požadované oblasti.

Nejlepší variantu získáme agregací dílčích hodnocení u Minimaxu takto:

$$\max\{\min_{i=1,..n} u_{ij}\} \text{ kde } j=1,\dots, m.$$

U Maximaxu hledáme nejlepší variantu podobně jako u Minimaxu:

$$\max\{\max_{i=1,..n} u_{ij}\} \text{ kde } j=1,\dots, m.$$

Druhá možnost agregace probíhá velice jednoduše. Na základě našeho uvážení tedy přiřadíme váhy jednotlivým rozhodovatelům tak, aby šlo o váhy normované. Tyto váhy stanovíme Metfesselovou alokací. Hodnocení variant dle rozhodovatelů vynásobíme jejich váhami a jednotlivé součiny sečteme. Celkové hodnocení i-té varianty značíme $u(X_i)$. Nejlepší varianta je ta s nejvyšší hodnotou, tedy:

$$u(X_i) = \{ v_1 * u_{i1} + \dots + v_m * u_{im} \} \text{ kde } i=1,\dots, n.$$

Výše uvedené metody budeme v druhé kapitole aplikovat na praktický příklad, ve kterém budeme hledat nejvhodnější dům pro rodinu.

2. PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 Výběr rodinného domu

Náš rozhodovací problém se bude týkat čtyřčlenné rodiny, která si hledá nové bydlení. Rodina se domluvila, po návštěvě pěti domů, kterých se bude náš rozhodovací problém týkat, že ve variantě 6+1 budou mít děti své vlastní samostatné pokoje a v 5+1 nebo 5+kk budou mít děti společný pokoj a rodiče svou pracovnu. Se společným pokojem děti nakonec souhlasili, jelikož větší prostor pokoje jim poskytuje dostatečné pohodlí.

Na vysněný dům si rodiče část peněz našetřili a zbytek bude hrazen hypotékou. Vybrané domy jsou v cenové relaci 5 - 7 milionu, což rodině naprosto vyhovuje.

Každý z rodiny má svůj vlastní cíl, kterého se bude snažit docílit. Splnění cíle *otce* znamená nalézt dům z Olomouckého kraje, který by však nebyl vzdálený od jeho práce v centru Olomouce více jak hodinu jízdy autem, také by na místě měla být kvalitní možnost kulturního vyžití, mělo by se jednat o novostavbu (5+kk až 6+1), garáž vítaná a zahrada by měla mít minimální rozlohu 600m², maximum však 1000m². Na základě těchto cílu si otec zvolil následující kritéria: První kritérium (K1) bude vyjadřovat, zda dům disponuje garáži či parkovacím místem, bude se jednat o kvalitativní kritérium. Druhé kritérium (K2) bude znázorňovat dostupnost do práce v minutách, jedná se o kvantitativní kritérium. Třetí zvolené kritérium (K3) je rozloha zahrady, opět kvantitativní. Dále si otec volí kritérium (K4) stáří dobu, klesající preference. Páté kritérium (K5) vyjadřuje kulturní vyžití, jde o kritérium kvalitativní, a poslední zvolené kritérium (K6) znázorňuje počet místností v domě, především klade důraz na dispoziční řešení, jedná se opět o kritérium kvalitativní.

Cíl *matky* bude více méně shodný s cílem otce, avšak v jistých ohledech bude odlišný. Požaduje také, aby dům byl z Olomouckého kraje, dobrou dostupnost do práce, kterou má v Topolanech, mělo by jít o novostavbu s obrovskou zahradou (čím větší rozloha tím lépe), minimálně 6+kk. První kritérium (K1), které si matka voli, vyjadřuje dostupnost do práce v minutách (kvantitativní), druhé kritérium (K2) bude rozloha zahrady (kvantitativní), třetí (K3) stáří domu (kvantitativní) a poslední (K4) počet místností (kvalitativní).

Jak už to u dětí bývá, jejich cíle se budou zcela lišit od cílů rodičů. Cíl *šestnáctileté dcery* je především, aby se jednalo o dům v Olomouci nebo na okraji se samostatným pokojem, blízko obchodního centra a také by si přála, aby dům byl nedaleko školy. Z toho vyplývají čtyři kritéria. První (K1) vyjadřuje lokalitu (kvalitativní), druhé (K2) samostatný pokoj (kvalitativní), třetí (K3) vzdálenost obchodního centra v minutách (kvantitativní), poslední (K4) blízkost školy také v minutách (kvantitativní).

Sedmiletý syn preferuje velkou zahradu, vlastní pokoj a blízkost školy. První jeho kritérium (K1) vyjadřuje, zda v domě bude mít vlastní pokoj (kvalitativní), druhé (K2) rozlohu zahrady (kvantitativní) a třetí (K3) vzdálenost do školy (kvantitativní).

Na základě cílů všech rozhodovatelů byly vybrány následující varianty domů:

X1 je novostavba rodinného domu 5+kk s garáží a parkovacím stáním v Hodolanech, kolaudace v roce 2005, obytná plocha tvoří 157m², zahrada 969m².

X2 je novostavba v Holicích, rodinný dům 6+1, kolaudace 2007, obytný plocha 179m², zahrada 955m², pouze parkovací stání.

X3 je novostavba 5+1 ve Skrbni, kolaudace 2008, obytná plocha tvoří 170m², zahrada o rozloze 580m², garáž pro dvě auta.

X4 je novostavba rodinného domu ve Velké Bystřici, 6+1, kolaudace 2005, obytná plocha 222m², rozloha zahrady 828m², garáž.

X5 je rodinný dům 5+1 v Olšanech u Prostějova, garáž pro dvě auta, kolaudace 2008, obytná plocha 164m², rozloha zahrady 820m².

Více informací o rodinných domech jsou zaznamenány v tabulkách důsledků variant.

	K2	K3	K4
X1	15	969	7
X2	25	955	5
X3	35	580	4
X4	25	828	7
X5	45	820	4

Tabulka 1 Důsledky variant vzhledem ke kvantitativním kritériím pro otce

K vyjádření, jak dané kvalitativní kritérium u všech variant vyhovuje jednotlivým rozhodovatelům, použijeme bodové ohodnocení, můžeme si tak lehce představit jak moc je každý rozhodovatel s danou variantou spokojen vzhledem k vybranému kritériu. Dané body později použijeme v kapitole 2.1.2.

K1: U varianty X1 dává otec 8 bodů z 10, jelikož dům má garáž pro jedno auto a dvě místa na parkovací stání. U varianty X2 boduje otec 3 z 10, jelikož dům nemá garáž, pouze místo na parkovací stání. Varianta X3 dostává 9 z 10, má garáž pro dvě auta. X4 má 6 z 10, díky garáži pouze pro jedno auto. A X5 má také 9 z 10, opět garáž pro dvě auta.
K5: X1 dostává 10 z 10, a X2 9 z 10, jelikož obě varianty jsou blízko centra kde je spousta kaváren, restaurací, kin, divadlo, knihovny, atd., avšak X2 je přece jenom dále. Další tři varianty hodnotí takto: X3 7 z 10, X4 8 z 10 a X5 7 z 10.
K6: U tohoto kritéria otec hledí především na to, jak se mu líbí a vyhovuje dispoziční řešení domu. X1 hodnotí 7 body z 10, stejně jako X3, X2 pouze 5 z 10, X4 mu naprosto vyhovuje teda 10 z 10 a X5 8 z 10.

	K1	K2	K3
X1	30	969	7
X2	15	955	5
X3	20	580	4
X4	25	828	7
X5	10	820	4

Tabulka 2 Důsledky variant vzhledem ke kvantitativním kritériím pro matku

K4: X1 a X3 matce naprosto vyhovují svým dispozičním uspořádáním, dává tedy 10 z 10, X2 8 z 10, X4 5 z 10 a X5 7 z 10.

	K3	K4
X1	20	25
X2	10	35
X3	35	45
X4	40	40
X5	45	35

Tabulka 3 Důsledky variant vzhledem ke kvantitativním kritériím pro dceru

K1: Hodolany dceři naprosto vyhovují, dává tedy X1 10 z 10, Holice také avšak méně, tedy X2 má 9 z 10, X3 dostává 4 z 10 stejně jako X5 a X4 5 z 10.
K2: Varianta X1 nabízí společný pokoj, dostává tedy pouhých 3 z 10, X2 dostává 9 z 10, jelikož ve srovnání s X4 je to pokoj menší, X3 dostává 4 z 10 kvůli společnému pokoji s bratrem, X4 10 z 10 a X5 dostává pouhé 4 body z 10, také kvůli společnému pokoji.

	K2	K3
X1	969	25
X2	955	35
X3	580	45
X4	828	40
X5	820	35

Tabulka 4 Důsledky variant vzhledem ke kvantitativním kritériím pro syna

K1: Varianta X1 dostává 3 z 10 díky nutnosti sdílení pokoje se sestrou, X2 dostává 9 z 10, jelikož ve srovnání s X4 je to pokoj menší, ale přesto samostatný, X3 dostává 4 z 10 kvůli společnému pokoji se sestrou, X4 10 z 10 a X5 dostává 4 body z 10, také kvůli společnému pokoji.

2.1.1 Saatyho AHP

Nejprve budeme hledat nejlepší variantu pro otce. Musíme si stanovit váhy jednotlivých kritérií a to Saatyho metodou.

	K2	K4	K1	K5	K3	K6	w_j	$\boldsymbol{v_j}$
K2	1	3	3	5	7	9	3,7620	**0,4097**
K4	1/3	1	3	5	5	7	2,3650	**0,2576**
K1	1/3	1/3	1	5	5	7	1,6398	**0,1786**
K5	1/5	1/5	1/5	1	5	7	0,8088	**0,0880**
K3	1/7	1/5	1/5	1/5	1	3	0,3883	**0,0423**
K6	1/9	1/7	1/7	1/7	1/3	1	0,2182	**0,0238**

Tabulka 5 Preferenční uspořádání jednotlivých kritérií podle otce

Sestrojili jsme tabulku, kde jsou otcova kritéria seřazená od nejvýznamnějšího po nejméně významné. Prvky tabulky odpovídají jazykovým deskriptorům.

Nyní si sestrojíme speciální tabulky, kdy budeme hodnotit varianty vzhledem k jednotlivým kritériím. Aplikujeme stejný postup pomocí jazykových deskriptorů. Všechny tyto tabulky jsou uvedeny v Příloze 1. Získané normované hodnoty vložíme do níže vytvořené tabulky a přenásobíme váhami, které jsme získali Saatyho metodou.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	$\sum_{j=1}^{m} v_j h_{ij}$
X1	0,1778	0,3376	0,2333	0,1449	0,4727	0,1007	0,2613
X2	0,0233	0,2026	0,2300	0,2029	0,2750	0,0440	0,1618
X3	0,3677	0,1447	0,1400	0,2536	0,0609	0,1007	0,2040
X4	0,0633	0,2026	0,1994	0,1449	0,1304	0,5388	0,1644
X5	0,3677	0,1125	0,1975	0,2536	0,0609	0,2157	0,1959

Tabulka 6 Výsledné hodnocení jednotlivých variant podle otce

Největší vypočtenou hodnotou je 0,2613, tedy varianta X1 vychází jako nejlepší.

Nyní budeme aplikovat totožný postup, abychom nalezli nejlepší variantu pro matku.

	K1	K4	K3	K2	w_j	v_j
K1	1	3	5	7	3,2011	**0,5168**
K4	1/3	1	7	9	2,1407	**0,3456**
K3	1/5	1/7	1	5	0,6148	**0,0993**
K2	1/7	1/9	1/5	1	0,2374	**0,0353**

Tabulka 7 Preferenční uspořádání jednotlivých kritérií podle matky

Čtyři tabulky, kde porovnáváme jednotlivé varianty vzhledem k daným kritériím, jsou uvedené také v Příloze 1.

	K1	K2	K3	K4	$\sum_{j=1}^{m} v_j h_{ij}$
X1	0,1149	0,2333	0,1449	0,3638	0,2077
X2	0,2300	0,2300	0,2029	0,1588	0,2020
X3	0,1724	0,1400	0,2536	0,3638	0,2450
X4	0,1379	0,1994	0,1449	0,0383	0,1059
X5	0,3448	0,1975	0,2536	0,0753	0,2364

Tabulka 8 Výsledné hodnocení jednotlivých variant podle matky

Pro matku nám vychází jako nejlepší varianta X3, ale s variantou X5 by byla také spokojena. Také bych zde neopomíjela varianty X1 a X2.

Nyní pokračujeme hledáním nejlepších variant pro děti. Saatyho metodou nám vychází váhy pro dceřina kritéria takto:

	K2	K3	K1	K4	w_j	v_j
K2	1	3	5	7	3,2011	**0,5361**
K3	1/3	1	5	7	1,8481	**0,3095**
K1	1/5	1/5	1	5	0,6687	**0,1120**
K4	1/7	1/7	1/5	1	0,2528	**0,0423**

Tabulka 9 Preferenční uspořádání jednotlivých kritérií podle dcery

Hledané výpočty opět naleznete v Příloze 1.

	K1	K2	K3	K4	$\sum_{j=1}^{m} v_j h_{ij}$
X1	0,5332	0,0353	0,2214	0,2770	0,1589
X2	0,2905	0,2829	0,4429	0,1979	0,3296
X3	0,0422	0,0768	0,1265	0,1539	0,0916
X4	0,0918	0,5282	0,1107	0,1732	0,3350
X5	0,0422	0,0768	0,0984	0,1979	0,0847

Tabulka 10 Výsledné hodnocení jednotlivých variant podle dcery

Pro dceru je nejlepší varianta X4, ale X2 také přichází v úvahu.

Zbývá nám poslední člen rodiny a to syn.

	K3	K1	K2	w_j	$\boldsymbol{v_j}$
K3	1	5	7	3,2711	**0,7147**
K1	1/5	1	5	1	**0,2185**
K2	1/7	1/5	1	0,3057	**0,0668**

Tabulka 11 Preferenční uspořádání jednotlivých kritérií podle syna

Tabulky kde porovnáváme jednotlivé varianty k daným kritériím, jsou také v Příloze 1.

	K1	K2	K3	$\sum_{j=1}^{m} v_j u_{ij}$
X1	0,0353	0,2333	0,2770	0,2213
X2	0,2829	0,2300	0,1979	0,2185
X3	0,0768	0,1400	0,1539	0,1361
X4	0,5282	0,1994	0,1732	0,2525
X5	0,0768	0,1975	0,1979	0,1714

Tabulka 12 Výsledné hodnocení jednotlivých variant podle syna

Synovi bude nejvíce vyhovovat varianta X4, ale spokojil by se také s variantou X1, případně X2.

Nyní musíme určit společnou nejlepší variantu. To provedeme obdobným způsobem jako doposud. Saatyho metodu použijeme na zjištění vah jednotlivých rozhodovatelů, abychom věděli jakou váhu má hlas otce, matky, dcery a syna při společném rozhodnutí. Budeme předpokládat, že nejvyšší váhy hlasu bude mít otec, pak matka, dále dcera a syn. Takže preferenční uspořádání vypadá takto:

	Otec	Matka	Dcera	Syn	w_j	$\boldsymbol{v_j}$
Otec	1	3	7	7	3,4820	**0,5547**
Matka	1/3	1	7	7	2,0103	**0,3303**
Dcera	1/7	1/7	1	3	0,4974	**0,0792**
Syn	1/7	1/7	1/3	1	0,2872	**0,0458**

Tabulka 13 Preferenční uspořádání hlasů jednotlivých rzhodovatelů

Teď, když známé váhy jednotlivých rozhodovatelů, vytvoříme jednoduchou tabulku, ve které budou výsledná hodnocení variant podle každého rozhodovatele. Pokud jednotlivé hodnoty přenásobíme váhami rozhodovatelů, získáme celkové hodnocení a varianta s nejvyšší hodnotou bude výsledná, tedy nalezneme nejlepší dům pro rodinu.

	Otec	Matka	Dcera	Syn	$\sum_j v_j h_{ij}$
X1	*0,2613*	0,2077	0,1589	0,2213	**0,2363**
X2	0,1618	0,2020	0,3296	0,2185	0,1926
X3	0,2040	*0,2450*	0,0916	0,1361	0,2076
X4	0,1644	0,1059	*0,3350*	*0,2525*	0,1643
X5	0,1959	0,2364	0,0847	0,1714	0,2013

Tabulka 14 Výsledné hodnocení variant

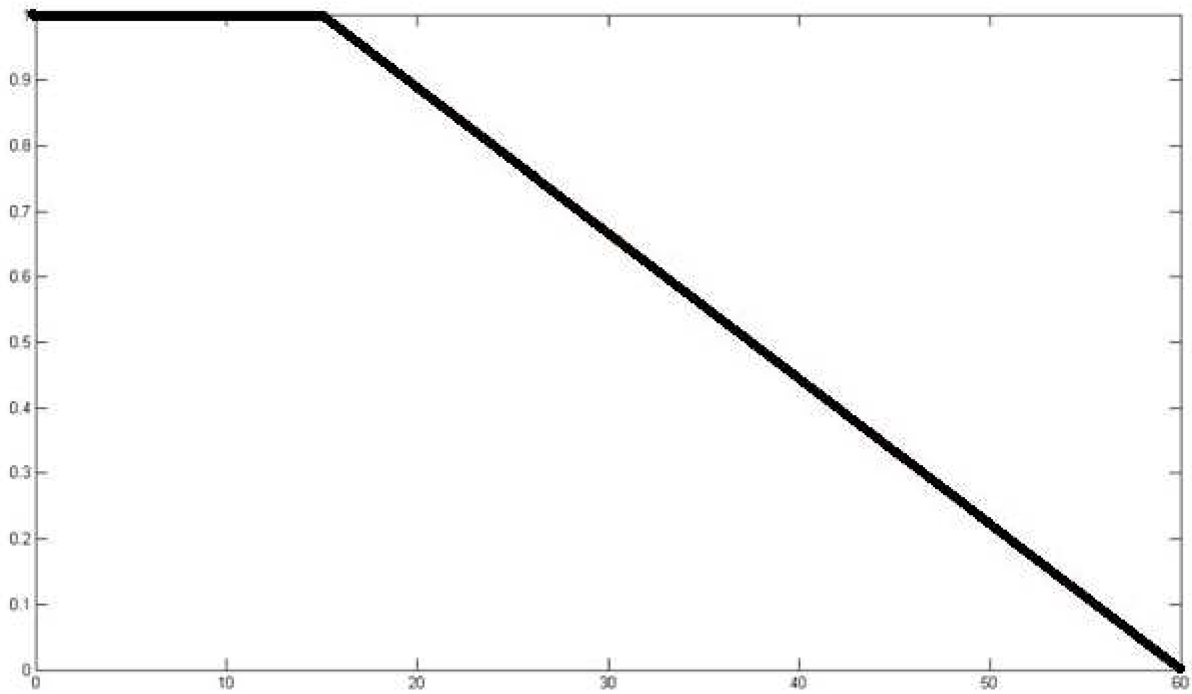
Podle Saatyho AHP je nejlepší variantou pro rodinu X1.

2.1.2 Metoda váženého průměru stupňů naplnění dílčích cílů

Metfesselovou alokací určíme váhy jednotlivých kritérií u každého rozhodovatele. Váhy kritérií by neměly být výrazně odlišné od vah určenými Saatyho metodou. Musíme pracovat s vědomím, že se stále jedna o tytéž rozhodovatelé, bylo by tedy nelogické, kdyby např. K1 od otce mělo v prvním případě váhu 0,6 a ve druhém 0,2. Proto jsme se rozhodli určit váhy takto:

Metfesselova alokace otcových kritérií: K2=0,4, K4=0,24, K1=0,2, K5=0,1, K3=4%, K6=0,02.

Potřebné výpočty jsou všechny pečlivě provedeny a znázorněny v Příloze 2. Jak již bylo uvedeno v teoretické části, důležitou roli u kvantitativních kritérií hrají charakteristické body a hodnotící funkce. K1 u otce je kritérium kvalitativní, tudíž je obodováno. Pro K2 stanovíme, že vzdálenost do 15 min nejvíce vyhovuje otci. A 60 min a více vyhovuje nejméně.



Obrázek 1 Hodnotící funkce vzhledem ke kritériu K2

Pro K3 stanovíme, že rozloha 500m²-750m² nejvíce vyhovuje a více jak 1000m² nejméně vyhovuje otci. U K4 to vypadá tak, že stáři 1 rok nejvíce vyhovuje, více než 10 let stáří domu nejméně vyhovuje.

Po provedení dalších potřebných výpočtu sestrojujeme tabulku, díky které nalezneme nejlepší variantu pro otce.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	$\sum_j v_j u_{ij}$
X1	0,8	1	0	0,3333	1	0,7	0,7540
X2	0,3	0,7778	0	0,5555	0,9	0,5	0,6045
X3	0,9	0,5556	0	0,6666	0,7	0,7	0,7351
X4	0,6	0,7778	0,48	0,3333	0,8	1	0,6303
X5	0,9	0,3333	0,53	0,6667	0,7	0,8	0,5805

Tabulka 15 Výsledné hodnocení variant dle otce

Podle této metody vychází pro otce jako nejlepší varianta X1, avšak v úvahu lze brát také variantu X3.

Pokusíme se nalézt nejlepší variantu pro matku.

Pro K1 stanovujeme jako nejlepší vzdálenost do 10min, 45min a více nejméně vyhovuje. U K2 volíme rozlohu 1000m² jako nejvíce vyhovující, méně jak 500m² nejméně vyhovující. A poslední K3 volíme tak, že 1 rok stáří domu nejvíce vyhovuje, 15let a více nejméně vyhovuje.

Metfesselova alokace kritérií matky: K1=0,55, K4=0,2, K3=0,17, K2=0,15.

	K1	K2	K3	K4	$\sum_j v_j u_{ij}$
X1	0,4286	0,9380	0,5714	1	0,6736
X2	0,8571	0,9100	0,7143	0,8	0,8893
X3	0,7143	0,1600	0,7857	1	0,7504
X4	0,5714	0,6560	0,5714	0,5	0,4424
X5	1	0,6400	0,7857	0,7	0,9196

Tabulka 16 Výsledné hodnocení variant dle matky

Pro matku je nejlepší varianta X5, ale určitě by se smířila také s variantou X2.

U dětí to vypadá následovně:

Pro dceřino K3 modelujeme tak, že vzdálenost do 10 min jí nejvíce vyhovuje, 45min a více jí nejméně vyhovuje. Poslední kvantitativní kritérium K4 ukazuje, že vzdálenost do 10min jí nejvíce vyhovuje, 60min a více jí nejméně vyhovuje.

Metfeselova alokace kritérií podle dcery vypadá takto: K2=0,47, K3=0,3, K1=0,16, K4=0,07.

	K1	K2	K3	K4	$\sum_j v_j u_{ij}$
X1	1	0,3	0,7143	0,7	0,5643
X2	0,9	0,9	1	0,5	0,9020
X3	0,4	0,4	0,2857	0,3	0,3587
X4	0,5	1	0,1429	0,4	0,6209
X5	0,4	0,4	0	0,5	0,2870

Tabulka 17 Výsledné hodnocení variant dle dcery

Pro dceru je nejlepší varianta X2, která vítězí s velkým náskokem před ostatními variantami.

U syna už to není tak jasné jako u dcery.

Pro K2 stanovujeme charakteristické body stejně jako u K2 od matky. U K3 se to shoduje s dceřiným K4.

Metfesselova alokace synových kritérií je taková: K3=0,65 K1=0,27, K2=0,1.

	K1	K2	K3	$\sum_j v_j u_{ij}$
X1	0,3	0,9380	0,7	0,6298
X2	0,9	0,9100	0,5	0,6590
X3	0,4	0,1600	0,3	0,3190
X4	1	0,6560	0,4	0,5956
X5	0,4	0,6400	0,5	0,4970

Tabulka 18 Výsledné hodnocení variant dle syna

Pro syna je nejlepší varianta X2, ale s variantou X1 bude také spokojen, takže velká konfliktnost mezi sourozenci se nekoná.

2.2 Výsledná agregace

Nyní se pokusíme nalézt společnou nejlepší variantu. To provedeme pomocí maximaxu, minimaxu a přiřazením vah jednotlivým rozhodovatelům.

1. MAXIMAX

	Otec	Matka	Dcera	Syn
X1	0,7540	0,6736	0,6583	0,6838
X2	0,6045	0,8893	0,9020	0,6590
X3	0,7351	0,7504	0,4687	0,3730
X4	0,6303	0,4424	0,6369	0,5956
X5	0,5805	0,9196	0,3970	0,5510

Tabulka 19 Hodnocení jednotlivých variant dle každého rozhodovatele

Jednoduše vybereme vždy nejvyšší hodnocení jednotlivé varianty, z těchto hodnot pak opět vybereme hodnotu nejvyšší a ta se stává nejlepší variantou dle Maximaxu.

max(X1)=0,7540

max(X2)=0,9020

max(X3)=0,7504

max(X4)=0,6369

max(X5)=0,9196

Podle maximaxu je nejlepší varianta pro rodinu X5. Vidíme, že varianta je naprosto perfektní pouze pro matku, ostatní členové rodiny by při koupi tohoto domu určitě spokojeni nebyli, proto ji bereme jako nejlepší variantu pro rodinu s nadhledem. Pokud se podíváme na pomyslné druhé místo, objevuje se zde varianta X2, která bude téměř s jistotou bojovat o pomyslný titul vítěze.

2. MINIMAX

U minimaxu budeme postupovat opačně, tedy vybere vždy hodnotu nejmenší a z těchto hodnot maximum, tedy hodnotu nejvyšší.

min(X1)= 0,6583

min(X2)= 0,6045

min(X3)= 0,3730

min(X4)=0,4424

min(X5)=0,3970

Podle minimaxu je nejlepší varianta pro rodinu X1. Je to tedy varianta, která není pro nikoho nejhorší v žádném směru.

3. Přiřadíme váhy jednotlivým rozhodovatelům

Při této agregaci se musíme rozhodnout, jaké váhy jednotlivým rozhodovatelům přiřadíme. Dle mého názoru, bude mít určitě otec nejvyšší váhu z důvodu tradičního pohledu na rodinu, kde otec je „živitel rodiny“. Matce přiřazujeme hodnotu o desetinu menší a děti získávají váhu stejnou. Tedy váhy hlasů jednotlivých rozhodovatelů vypadají takto:

Otec = 0,4

Matka=0,3

Dcera=0,15

Syn=0,15

Hodnocení jednotlivých variant:

u(X1)=0,4*0,7540+0,3*0,6736+0,15*0,6583+0,15*0,6838=0,7050

u(X2)=0,4*0,6045+0,3*0,8893+0,15*0,9020+0,15*0,6590=0,7427

u(X3)=0,4*0,7351+0,3*0,7504+0,15*0,4687+0,15*0,3730=0,6454

u(X4)=0,4*0,6303+0,3*0,4424+0,15*0,6369+0,15*0,5956=0,5697

u(X5)=0,4*0,5805+0,3*0,9196+0,15*0,3970+0,15*0,5510=0,6503

Při této agregaci vítězí varianta X2, avšak X1 také přichází v úvahu.

Nyní si můžeme námi získané výsledky shrnout do přehledné tabulky.

Agregace celkových hodnocení	Saatyho AHP	Maximax	Minimax	Přiřazení vah rozhodovatelům
Nejlepší varianta	**X1**	**X5**	**X1**	**X2**

Tabulka 20 Přehled nejlepších variant

Je nyní zcela na nás jakou variantu zvolíme tou nejlepší pro rodinu. Bohužel, s čím se dalo počítat, nízké váhy hlasů dětí způsobují, že jejich nejlepší variantu dle Saatyho AHP X4 bychom měli vyloučit jako první, jelikož tato varianta se nejeví žádaná jak u otce, tak u matky.

Jak jsme již zmínili u metody Maximax, metodu X5 bychom měli také vyloučit, i přes to, že matka má poměrně vysokou váhu hlasu, ale určitě se bude chtít domluvit s ostatními členy, pro které tato varianty není příliš lákavá. Když se podíváme na variantu X3, vidíme, že připadá v úvahu pro otce i matku. Opět budeme tolerantní a vyloučíme ji, jelikož tato varianta by naprosto nevyhovovala dětem.

Na pomyslném konci nám zbývají varianty X1 a X2. Po pečlivém rozmyšlení se ukláníme k variantě X2. Díky přimhouření otcových očí, bude žít v tomto domě s velmi spokojenými dětmi a v neposlední řadě s manželkou, která jeho menší ústupek moc ráda uvítá.

Osobně mi připadá nejvhodnější metoda Minimax. Základní pilíř této metody spočívá v tom, aby nikomu neuškodila, proto bych ji doporučovala k rozhodování na rozdíl od metody Maximax. Přiřazení vah jednotlivým rozhodovatelům mi také velmi vyhovovalo, postup je velice jednoduchý, ale přitom získáváme přesvědčivé údaje. Podle Saatyho AHP bych se pravděpodobně nerozhodovala, vadí mi příliš velký důraz kladený na první dvě kritéria. Ale samozřejmě záleží na každém, jaká metoda mu vyhovuje, důležité je znát klady a zápory jednotlivých metod.

Závěr

V této práci jsem aplikovala metody vícektriteriálního rozhodování do běžné životní situace a snažila se prokázat své znalosti na ilustrativním příkladě. Je důležité si uvědomit, že ne každá metoda vícekriteriálního rozhodování je vhodná pro všechny situace, závisí tedy pouze na nás, jakou metodu si zvolíme. Znalec problematiky skupinového rozhodování má již jisté zkušenosti a je pro něj snadnější vybrat tu „pravou“ metodu. Avšak pro jedince, který si s touto problematikou netyká, je vhodnější zvolit metod více a dané výsledky porovnat. Takto jsem postupovala a snažila se vybrat tu nejvhodnější variantu.

Na ilustrativním příkladu jsme mohli vidět, jak důležitou roli hrají váhy hlasů jednotlivých rozhodovatelů. Čím větší váha hlasu, tím větší šance, že varianta tohoto rozhodovatele při výsledné agregaci zvítězí. Avšak musíme brát také v potaz to, že rozhodovatel s nejvyšší váhou hlasu bude chtít, aby i ostatní rozhodovatele byli spokojeni. Při agregaci metodou Minimax jsme viděli, že tato metoda je velice jednoduchá a může být dostačující, pokud se spokojíme s variantou, která není pro žádného rozhodovatele příliš nevyhovující. Naopak metoda Maximax upřednostňuje nejspokojenějšího rozhodovatele, proto by tato metoda neměla být tou jedinou, podle které se hledá kompromis mezi rozhodovateli.

Po vypracování praktického příkladu jsem měla co dočinění s použitím metod v mém osobním životě. Dostala jsem za úkol vybrat mojí rodině nový gril. Zakousla jsem se do úkolu s vervou a vybrala naprosto perfektní gril. Avšak neuvědomila jsem si, jak moc je lidský faktor nevyzpytatelný. Mojí mamku totiž vůbec nezajímaly mé výpočty a tabulky. Vybrala nakonec gril úplně odlišný, který se do mého konečného výběru ani nedostal. Ale musím zde uvést, že jsme nakonec byli všichni moc spokojeni a matčiny argumenty byly více jak přesvědčivé. Určitě metody ještě někdy znova použiju, avšak pro složitější rozhodovací situaci, kde budu v závěru rozhodovat pouze já, případně také můj partner. Zastávám totiž názor, že pokud se snažíme radit neracionálně jednajícímu člověku, nesetkáme se ve většině případů s pochopením a poděkováním, nýbrž s opovržením a odmítnutím, proto ani sebevíce propracovanější metody nezaručí, že se člověk rozhodne podle doporučení.

Matematické znalosti a schopnost logického uvažování tedy nemůžu brát jako životní vítězství, ale pouze jako jistou výhodu, kterou se snažím maximálně využívat. Tuto práci beru jako životní přínos v podobě zkušenosti získané jak s vypracováváním samotným, tak také schopnosti komunikace a spolupráce s vedoucím mé bakalářské práce.

Literatura

[1] Ramík, J.: *Analytický hierarchický proces (AHP) a jeho využití v malém s středním podnikání*, Slezská univerzita v Opavě, Karviná, 2000.

[2] Fotr, J., Dědina J., Hrůzová H.: *Manažerské rozhodování (3. upravené a rozšířené vydání)*, EKOPRESS, Praha, 2003.

[3] Talašová, J.: *Fuzzy metody vícekriteriálního hodnocení a rozhodování*, VUP, Olomouc, 2003.

[4] Fiala, P., *Skupinové rozhodování*, Vysoká škola ekonomická v Praze, Praha, 1997.

Seznam příloh

Příloha 1

Saatyho AHP

Hodnocení jednotlivých variant podle všech kritérií pro otce

K1	X1	X2	X3	X4	X5	h_i
X1	1	9	1/3	5	1/3	0,1778
X2	1/9	1	1/9	1/7	1/9	0,0233
X3	3	9	1	7	1	0,3677
X4	1/5	7	1/7	1	1/7	0,0633
X5	3	9	1	7	1	0,3677

Tabulka hodnocení jednotlivých variant podle K1 pro otce

K2: Klesající preference, normujeme převrácené hodnoty

X1: vzdálenost 15min → h_1=0,3376

X2: vzdálenost 25min → h_2=0,2026

X3: vzdálenost 35min → h_3 =0,1447

X4: vzdálenost 25min → h_4 =0,2026

X5: vzdálenost 45min → h_5 =0,1125

K3: Rostoucí preference, normujeme dané hodnoty

X1: rozloha 969m² → h_1=0,2333

X2: rozloha 955m² → h_2=0,2300

X3: rozloha 580m² → h_3=0,1400

X4: rozloha 828m² → h_4=0,1994

X5: rozloha 820m² → h_5=0,1975

K4: Klesající preference, normujeme převrácené hodnoty

X1: stáří domu 7 let → h_1 = 0,1449

X2: stáří domu 5 let → h_2 =0,2029

X3: stáří domu 4 roky → h_3 =0,2536

X4: stáří domu 7 let → h_4 =0,1449

X5: stáří domu 4 roky → h_5 =0,2536

K5	X1	X2	X3	X4	X5	h_i
X1	1	3	5	5	5	0,4727
X2	1/3	1	5	3	5	0,2750
X3	1/5	1/5	1	1/3	1	0,0609
X4	1/5	1/3	3	1	3	0,1304
X5	1/5	1/5	1	1/3	1	0,0609

Tabulka hodnocení jednotlivých variant podle K5 pro otce

K6	X1	X2	X3	X4	X5	h_i
X1	1	3	1	1/5	1/3	0,1007
X2	1/3	1	1/3	1/7	1/5	0,0440
X3	1	3	1	1/5	1/3	0,1007
X4	5	7	5	1	5	0,5388
X5	3	5	3	1/5	1	0,2157

Tabulka hodnocení jednotlivých variant podle K6 pro otce

Hodnocení jednotlivých variant podle všech kritérií pro matku

K1: Klesající preference, normujeme převrácené hodnoty

X1: vzdálenost 30min → h_1 =0,1149

X2: vzdálenost 15min → h_2=0,2300

X3: vzdálenost 20min → h_3 =0,1724

X4: vzdálenost 25min → h_4 =0,1379

X5: vzdálenost 15min → h_5 =0,3448

K2: Rostoucí preference, normujeme dané hodnoty

X1: rozloha 969m² → h_1=0,2333

X2: rozloha 955m² → h_2=0,2300

X3: rozloha 580m² → h_3=0,1400

X4: rozloha 828m² → h_4=0,1994

X5: rozloha 820m² → h_5=0,1975

K3: Klesající preference, normujeme převrácené hodnoty

X1: stáří domu 7 let → h_1 = 0,1449

X2: stáří domu 5 let → h_2 =0,2029

X3: stáří domu 4 roky → h_3 =0,2536

X4: stáří domu 7 let → h_4 =0,1449

X5: stáří domu 4 roky → h_5 =0,2536

K4	X1	X2	X3	X4	X5	h_i
X1	1	3	1	7	5	0,3638
X2	1/3	1	1/3	5	3	0,1588
X3	1	3	1	7	5	0,3638
X4	1/7	1/5	1/7	1	1/3	0,0383
X5	1/5	1/3	1/5	3	1	0,0753

Tabulka hodnocení jednotlivých variant podle K4 pro matku

Hodnocení jednotlivých variant podle všech kritérií pro dceru

K1	X1	X2	X3	X4	X5	h_i
X1	1	3	9	7	9	0,5332
X2	1/3	1	7	5	7	0,2905
X3	1/9	1/7	1	1/3	1	0,0422
X4	1/7	1/5	3	1	3	0,0918
X5	1/9	1/7	1	1/3	1	0,0422

Tabulka hodnocení jednotlivých variant K1 pro dceru

K2	X1	X2	X3	X4	X5	h_i
X1	1	1/7	1/3	1/9	1/3	0,0353
X2	7	1	5	1/3	5	0,2829
X3	3	1/5	1	1/7	1	0,0768
X4	9	3	7	1	7	0,5282
X5	3	1/5	1	1/7	1	0,0768

Tabulka hodnocení jednotlivých variant podle K2 pro dceru

K3: Klesající preference, normujeme převrácené hodnoty

X1: vzdálenost 20min → h_1=0,2214

X2: vzdálenost 10min → h_2 =0,4429

X3: vzdálenost 35min → h_3 =0,1265

X4: vzdálenost 40min → h_4 =0,1107

X5: vzdálenost 45min → h_5 =0,0984

K4: Klesající preference, normujeme převrácené hodnoty

X1: vzdálenost 25min → h_1=0,2770

X2: vzdálenost 35min → h_2=0,1979

X3: vzdálenost 45min → h_3=0,1539

X4: vzdálenost 40min → h_4 =0,1732

X5: vzdálenost 35min → h_5 =0,1979

Hodnocení jednotlivých variant podle všech kritérií pro syna

K1	X1	X2	X3	X4	X5	h_i
X1	1	1/7	1/3	1/9	1/3	0,0353
X2	7	1	5	1/3	5	0,2829
X3	3	1/5	1	1/7	1	0,0768
X4	9	3	7	1	7	0,5282
X5	3	1/5	1	1/7	1	0,0768

Tabulka hodnocení jednotlivých variant podle K1 pro syna

K2: Rostoucí preference, normujeme dané hodnoty

X1: rozloha 969m² → h_1=0,2333

X2: rozloha 955m² → h_2=0,2300

X3: rozloha 580m² → h_3=0,1400

X4: rozloha 828m² → h_4=0,1994

X5: rozloha 820m² → h_5=0,1975

K3: Klesající preference, normujeme převrácené hodnoty

X1: vzdálenost 25min → h_1=0,2770

X2: vzdálenost 35min → h_2=0,1979

X3: vzdálenost 45min → h_3=0,1539

X4: vzdálenost 40min → h_4 =0,1732

X5: vzdálenost 35min → h_5 =0,1979

Příloha 2

Metoda váženého průměru stupňů naplnění dílčích cílů

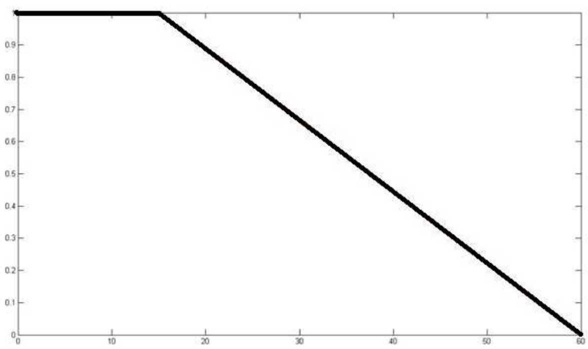
Otec:

Vzhledem ke kritériu K1 hodnotí otec varianty takto: X1=0,8, X2=0,3, X3=0,9, X4=0,6, X5=0,9

K2: Namodelujeme lineární funkci:

Stanovili jsme si: 1→ do 15 min nejvíce vyhovuje otci

0→ více jak 60 min vyhovuje nejméně



Obrázek 1 Hodnotící funkce vzhledem ke kritériu K2

X1=1, X2=0,7778, X3=0,5556, X4=0,7778, X5=0,3333

K3: Stanovili jsme si: 1→ 500-750m² nejvíce vyhovuje

0→ více jak 1000m² nejméně vyhovuje

X1=0, X2=0, X3=0, X4=0,48, X5=0,53

K4: 1→1 novostavba nejvíce vyhovuje

0→ více než 10 let stáří domu nejméně vyhovuje

X1=0,3333, X2=0,5555, X3=0,6666, X4=0,3333, X5=0,664

K5: otec hodnotí varianty takto: X1=1, X2=0,9, X3=0,7, X4=0,8, X5=0,7

K6: Vzhledem k tomuto kritériu dostávají varianty tyto hodnocené: X1=0,7, X2=0,5, X3=0,7, X4=1, X5=0,8.

Matka:

K1: 1→ vzdálenost do 10min nejvíce vyhovuje

0→ 45min a více nejméně vyhovuje

X1=0,4286, X2=0,8571, X3=0,7143, X4=0,5714, X5=1

K2: 1→1000m² nejvíce vyhovuje

0→ méně jak 500m² nejmíň vyhovuje

X1=0,938, X2=0,91, X3=0,16, X4=0,656, X5=0,64.

K3: 1→1 nejvíce vyhovuje

0→15 a více let nejméně vyhovuje

X1=0,5714, X2=0,7146, X3=0,7857, X4=0,5714, X5=0,7857.

K4: Matka hodnotí varianty takto: X1=1, X2=0,8, X3=1, X4=0,5, X5=0,7.

Dcera:

K1: Podle toho kritéria hodnotí dcera varianty takto: X1=1, X2=0,9, X3=0,4, X4=0,5, X5=0,4.

K2: Varianty jsou hodnoceny takto: X1=0,3, X2=0,9, X3=0,4, X4=1, X5=0,4.

K3: 1→ vzdálenost do 10 min nejvíce vyhovuje

0→ 45min a více nejméně vyhovuje

X1=0,7143, X2=1, X3=0,2857, X4=0,1429, X5=0.

K4: 1→ vzdálenost do 10min nejvíce vyhovuje

0→ 60min a více nejméně vyhovuje

X1=0,7, X2=0,5, X3=0,3, X4=0,4, X5=0,5.

Syn:

K1: viz. dcera K2

K2: 1→ 1000m² a více by bylo pro syna nejlepší

0→ 500m² a méně nejmíň vyhovuje

viz. Matka K2

X1=0,938, X2=0,91, X3=0,16, X4=0,656, X5=0,64.

K3: 1→ do 10min nejvíce vyhovuje

0→ 60min a více nejméně vyhovuje

viz. Dcera K4

X1=0,7, X2=0,5, X3=0,3, X4=0,4, X5=0,5.