

Využití metod multikriteriálního hodnocení v bezpečnostní praxi

Using multicriterial methods in security working practice

Bc. Milan Hovorka

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Milan HOVORKA**
Osobní číslo: **A11316**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Využití metod multikriteriálního hodnocení
v bezpečnostní praxi**

Zásady pro vypracování:

1. Vymezte a definujte oblast multikriteriálního hodnocení.
2. Proveďte rozdělení metod multikriteriálního hodnocení.
3. Vysvětlete jednotlivé varianty metod multikriteriálního hodnocení z pohledu krizového řízení a ochrany majetku.
4. Navrhněte možnosti využití metod multikriteriálního hodnocení v podmínkách krizového řízení a ochrany majetku.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

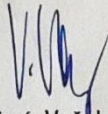
1. FOTR, Jiří a Lenka ŠVECOVÁ. Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2010, 474 s. ISBN 978-80-86929-59-0.
2. BLAŽEK, Ladislav. Management: organizování, rozhodování, ovlivňování. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 191 s. ISBN 978-80-247-3275-6.
3. BROŽOVÁ, Helena, Tomáš ŠUBRT a Milan HOUŠKA. Modely pro vícekriteriální rozhodování. Vyd. 1. Praha: Credit, 2003, 172 s. ISBN 978-80-213-1019-3.
4. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management I. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2011, 316 s. ISBN 978-80-87500-05-7.
5. JABLONSKÝ, Josef. Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 323 s. ISBN 978-80-86946-44-3.
6. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management II. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2012, 387 s. ISBN 978-80-87500-19-4.
7. Security Magazín. Praha: FAMiLy media, 2010–2013. ISSN 1210-8723. 6x ročně.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Luděk Lukáš, CSc.**
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **8. února 2013**

Termín odevzdání diplomové práce: **3. června 2013**

Ve Zlíně dne 8. února 2013


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá metodami multikriteriálního hodnocení. Cílem práce je diskuse jednotlivých variant metod multikriteriálního hodnocení a návrh možností jejich využití pro oblast bezpečnostní praxe. Součástí práce je vymezení a definice oblasti multikriteriálního hodnocení a rozdělení jednotlivých metod. Dále jsou vysvětleny jednotlivé varianty metod multikriteriálního hodnocení z pohledu oblasti integrovaného záchranného systému, krizového řízení a ochrany majetku. V poslední části jsou navrženy možnosti využití metod multikriteriálního hodnocení v podmínkách integrovaného záchranného systému, krizového řízení a ochrany majetku a osob.

Klíčová slova: Metoda multikriteriální hodnocení, kritérium, váha kritéria, varianta, integrovaný záchranný systém, krizové řízení, ochrana majetku a osob.

ABSTRACT

This diploma thesis discusses the methods of multi-criteria assessment. The goal of this work is to discuss individual multi-criteria assessment method variants and propose the options for their use for the field of safety practice. The work includes specification and definition of the field of multi-criteria assessment and classification of individual methods. It also explains individual multi-criteria assessment method variants from the aspect of the field of the integrated rescue system, crisis management and protection of property. The last part proposes options for use of multi-criteria assessment methods under the conditions of the integrated rescue system, crisis management and protection of property and people.

Keywords: the method of multi-criteria assessment, criterion, criteria weights, variant, Integrated Rescue System, crisis management, protection of property and people.

Děkuji svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Ludřkovi Lukášovi, CSc. za odborné vedení, podnětné rady, informace a připomínky, které mi poskytoval během zpracování mé diplomové práce. Dále chci poděkovat své přítelkyni, rodičům a blízkým za podporu, které se mi dostávalo během mého studia.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
1 OBECNÉ VYMEZENÍ A DEFINICE PROBLÉMU MULTIKRITERIÁLNÍHO HODNOCENÍ	10
1.1 SPECIFIKA MULTIKRITERIÁLNÍHO HODNOCENÍ A ROZHODOVÁNÍ	10
1.2 PŘÍSTUPY K MULTIKRITERIÁLNÍMU HODNOCENÍ.....	11
1.2.1 Redukce počtu kritérií	12
1.2.2 Převod na stejnou měrnou jednotku	12
1.2.3 Převod na bezrozměrné vyjádření	12
1.2.4 Kompenzační metoda.....	13
1.3 ZÁKLADNÍ POJMY A TYPY MULTIKRITERIÁLNÍCH METOD	13
1.3.1 Varianta	13
1.3.2 Kritérium	14
1.3.3 Kritériální matice	14
1.3.4 Váha kritéria.....	15
1.3.5 Rozhodovatel.....	15
1.3.6 Typy multikriteriálních metod	15
2 METODY STANOVENÍ KRITÉRIÍ A JEJICH VAH	19
2.1 METODY PŘÍMÉHO STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ.....	21
2.1.1 Bodová stupnice a alokace 100 bodů	21
2.1.2 Porovnání významu kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí	22
2.2 METODY STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ ZALOŽENÉ NA PÁROVÉM SROVNÁVÁNÍ.....	25
2.2.1 Metoda párového srovnávání	25
2.2.2 Saatyho metoda stanovení vah kritérií	27
2.3 METODA POSTUPNÉHO ROZVRHU VAH	30
2.4 STANOVENÍ VAH KOMPENZAČNÍ METODOU	31
3 METODY MULTIKRITERIÁLNÍHO HODNOCENÍ VARIANT	35
3.1 MULTIKRITERIÁLNÍ FUNKCE UŽITKU	35
3.2 JEDNODUCHÉ METODY STANOVENÍ HODNOTY VARIANT	36
3.2.1 Metoda váženého pořadí	37
3.2.2 Metoda založená na přímém stanovení dílčích hodnocení	39
3.2.3 Metoda lineárních dílčích funkcí užitku.....	40
3.2.4 Metoda bazické varianty	42
3.3 METODY ZALOŽENÉ NA PÁROVÉM SROVNÁVÁNÍ VARIANT	44
3.3.1 Saatyho metoda	44
4 FUZZY LOGIKA	47
4.1 STRUKTURA SYSTÉMU FUZZY LOGIKY	47
4.1.1 Fuzzifikace	48
4.1.2 Fuzzy inference	49
4.1.3 Defuzzifikace	49
5 VYUŽITÍ METOD MULTIKRITERIÁLNÍHO HODNOCENÍ	54
5.1 OBLAST PRO INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM	54
5.1.1 Rozsah zasahujících složek IZS	54
5.1.2 Vytváření typových činností	55

5.1.3	Výběr pracovníků v oblasti IZS	55
5.1.4	Stanovení objízdných tras	56
5.1.5	Dotazníkové šetření jako podklad pro opatření a obnovu.....	56
5.1.6	Nákup techniky a vybavení	57
5.2	OBLAST KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ.....	57
5.2.1	Vyhlášení krizových stavů	58
5.2.2	Zpracování krizového plánu.....	58
5.2.3	Zpracování havarijního plánu kraje	59
5.2.4	Zpracování vnějšího havarijního plánu pro jaderné zařízení	60
5.2.5	Zpracování povodňového plánu	60
5.2.6	Hospodářská opatření pro krizové stavy	61
5.2.7	Zpracování plánu krizové připravenosti.....	61
5.3	OBLAST OCHRANY MAJETKU A OSOB.....	62
5.3.1	Bezpečnostní posouzení objektu	63
5.3.2	Bezpečnostní audit	63
5.3.3	Výběr zaměstnanců fyzické ostrahy.....	64
5.3.4	Osobní ochrana – bodyguarding	65
5.3.5	Převoz peněžních hotovostí a jiných cenin	65
5.3.6	Výběr dodavatele PZS.....	66
6	APLIKACE METOD MULTIKRITERIÁLNÍHO HODNOCENÍ – PLÁN KRIZOVÉ PŘIPRAVENOSTI.....	68
6.1	VOLBA KRITÉRIÍ	68
6.2	STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ	71
6.3	MULTIKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ VARIANT	74
	ZÁVĚR	77
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	78
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	79
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	81
	SEZNAM OBRÁZKŮ	82
	SEZNAM TABULEK.....	83
	SEZNAM PŘÍLOH.....	85

ÚVOD

V bezpečnostní praxi se setkáváme s řadou rozhodovacích problémů. Zpravidla se bezpečnostní manažeři a lidé zodpovědní za určitou oblast rozhodují na základě svých znalostí, schopností a zkušeností. Ale jejich rozhodnutí je značně ovlivněno i jejich subjektivním názorem a často jednají na základě intuice. Proto je důležité nalézt podpůrný nástroj, který by jejich rozhodnutí usnadnil. Právě zde lze využít metody multikriteriálního hodnocení. V řadě případů nevhodné rozhodnutí ovlivní rozsah škod především na zdraví obyvatelstva a také na jejich majetku.

V práci se budu věnovat třem oblastem bezpečnostní praxe. Jedná se o integrovaný záchranný systém, krizové řízení a oblast ochrany majetku a osob. V oblasti integrovaného záchranného systému především dispečeri krajského operačního a informačního střediska jednání ve stresu a jejich chybné rozhodnutí může způsobit velké ztráty na životech a poškození zdraví osob. Lze pak metody multikriteriálního hodnocení využít především jako plánovací dokumentaci na různé modelové stavy. Pro oblast krizového řízení je nutné zpracovávat řadu plánovacích dokumentů. Jedná se o krizové plány, havarijní plány, plány krizové připravenosti a podobně. Právě pro zpracování plánů jsou tyto metody vhodné. Oblast ochrany majetku a osob je zaměřena jak na technickou část, tak i na fyzickou ochranu. To znamená, že lze tyto metody využít například pro bezpečnostní posouzení objektu, bezpečnostní audit, ale i pro osobní ochranu nebo převoz hotovosti a cenin.

Ve své diplomové práci se zaměřím na diskuzi a analýzu jednotlivých metod multikriteriálního hodnocení. Cílem práce je vybrat vhodné metody pro posuzované případy v bezpečnostní praxi. Nejprve budou popsány metody stanovení vah kritérií a poté metody multikriteriálního hodnocení variant. V poslední kapitole se chci zabývat aplikací metod multikriteriálního hodnocení pro modelový případ plánu krizové připravenosti vzdělávacího zařízení.

1 OBECNÉ VYMEZENÍ A DEFINICE PROBLÉMU MULTIKRITERIÁLNÍHO HODNOCENÍ

Manažeři a specialisté v bezpečnostní praxi často řeší složité úkoly. Ve většině problémů se musí rozhodovat sami za sebe. Jejich chybné nebo tendenční rozhodnutí může mít za následek ekonomické nebo jiné problémy spojené s tímto rozhodnutím. Z tohoto důvodu je výhodné využít nástroje, které by mohly při rozhodování pomoci. Existuje řada matematických metod. Jednou z nich je multikriteriální hodnocení pro podporu rozhodování.

1.1 Specifika multikriteriálního hodnocení a rozhodování

Na začátku je důležité si říci, co si vlastně představit pod pojmem hodnocení? Jedná se o posuzování, které má komparativní rozměr a jehož součástí je řazení jednotlivých variant podle stanovených výsledků. Řazení je nejčastěji vztaženo ke kritériím, která s daným problémem souvisí nebo ho popisují. Hodnocení reaguje na předem stanovené cíle, které se snažíme dodržet. Bereme v úvahu i prostředky, které se k ohodnocení použijí. Důležitým prvkem jsou kritéria, na základě kterých se provádí ohodnocení. V oblasti multikriteriálního hodnocení se používá počet kritérií větších než jedna. Hodnocení může být z tohoto důvodu obtížnější. Kritéria mají často protichůdný charakter. To znamená, že jednotlivá kritéria se mohou navzájem vylučovat, a tak ovlivnit závěrečný výsledek. Metody multikriteriálního hodnocení použijeme proto, abychom tento problém eliminovali. Hodnocení úzce souvisí s pojmem rozhodování.

Co je to vlastně rozhodování? Jedná se o volbu mezi více variantami chování vedoucích k naplnění předem stanoveného cíle. Potřeba se rozhodnout provází každého jedince v podstatě neustále. Každý den musíme udělat několik rozhodnutí. Většinou se jedná o méně závažná rozhodnutí, která provádíme na základě intuice nebo jsou vedena naším zvykem. Je to dáno i tím, že se musíme rozhodnout v krátkém časovém intervalu a nemáme čas na podrobné promýšlení problému. Z tohoto důvodu, nelze aplikovat metody na podporu rozhodování. V osobním životě to ale není velký problém, jelikož rozhodování, která provádíme, většinou nezpůsobí velké škody a převážně je lze napravit. Rozhodnutí spojené s vlastní osobou a jednáním ve vlastním zájmu lze označit jako osobní rozhodování.

V případě, že ale chceme provést rozhodnutí pro oblast střední až vysoké důležitosti, tak už je výhodné použít vhodný nástroj, který nám rozhodování usnadní. Většinou se jedná o řešení nepřehledné situace s nedostatkem nezbytných informací. Na jedné straně vidíme eventuality úspěchu, ale na straně druhé nelze zapomínat na rizika, která by mohla vést k tragickému výsledku. Zde už je důležité vypracovat několik variant a pro jednu z nich se na základě stanovených kritérií rozhodnout. Výhodou oproti intuitivnímu rozhodování je především komplexnější pohled na věc, možnost výběru z více variant a promyšlené instrukce s riziky, které mohou nastat. Do této skupiny lze zařadit rozhodování v politice, bezpečnostní praxi, ale i manažerské rozhodování.

V praktickém životě se většinou rozhodujeme na základě více kritérií. Z tohoto důvodu monokriteriální charakter rozhodovacích problémů většinou nepoužijeme. V případě použití jednoho kritéria stačí varianty uspořádat podle hodnot od nejvyššího po nejnižší. Varianta s nejvyšší hodnotou je pak optimální. V podstatě se jedná o kvantitativní hodnocení využitelné pro dobře strukturované problémy.

Multikriteriální hodnocení, jak je již zřejmé z názvu, využívá více kritérií. Díky jeho využití se vypořádáme se složitostí volby variant. Multikriteriální rozhodování má několik specifik:

- multikriteriální charakter rozhodovacích problémů,
- neaditivnost kritérií,
- smíšený soubor kritérií.

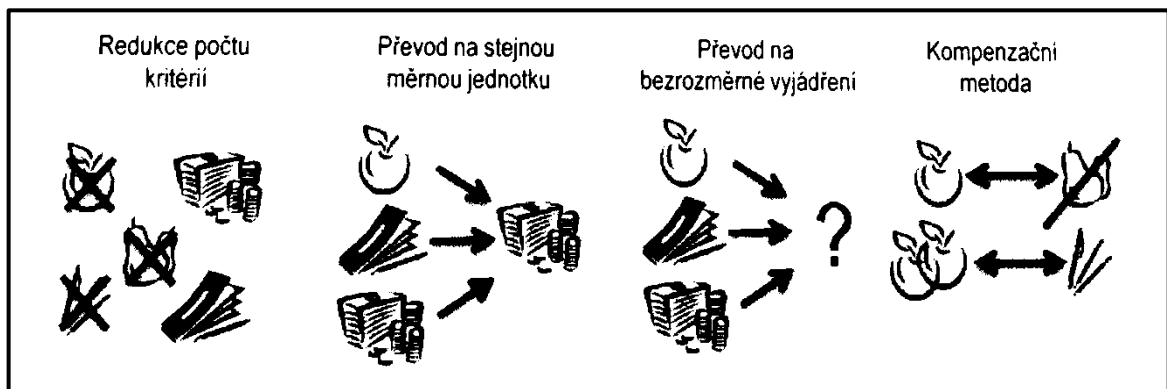
K hodnocení bereme v úvahu posuzování více hledisek včetně jejich charakteru. Obecně platí, že čím je větší počet kritérií hodnocení, tak tím se zvyšuje i obtížnost samotného hodnocení. Při multikriteriálním hodnocení pracujeme s několika kritérii. Vlastnosti těchto kritérií se ale nedají nijak sjednotit ani sečíst. Říkáme, že kritéria jsou neaditivní. Dále se setkáváme se smíšeným souborem kritérií. To znamená, že část kritérií má kvantitativní povahu a část kvalitativní povahu. Kvantitativní kritéria lze vyjádřit číselně a konkrétní jednotkou. Oproti tomu kvalitativní kritéria zpravidla popisujeme slovně. (1)

1.2 Přístupy k multikriteriálnímu hodnocení

Multikriteriální hodnocení lze uchopit několika způsoby. Snahou hodnotitele bude co nejvíce si zjednodušit své hodnocení konkrétních variant. V tom mu může pomoci

i jeho postoj k multikriteriálnímu hodnocení. Důležitý je i vzájemný vztah jednotlivých kritérií. Z hlediska praktického použití můžeme přistupovat k multikriteriálnímu hodnocení několika přístupy:

- redukce počtu kritérií,
- převod na stejnou měrnou jednotku,
- převod na bezrozměrné vyjádření,
- kompenzační metoda.



Obr. 1 Přístupy k multikriteriálnímu hodnocení (4)

1.2.1 Redukce počtu kritérií

Velké kvantum kritérií a jejich protichůdnost většinou vede k složitému hodnocení. To může vést k tomu, že si rozhodovatelé budou počet kritérií hodnocení redukovat. Nejčastěji zanedbáváme méně významná kritéria. Nesmí však dojít k vyloučení všech kritérií až na jediné. To je naprosto nepřijatelné zjednodušení. Tím ztratíme účelnost multikriteriálního rozhodování. (4)

1.2.2 Převod na stejnou měrnou jednotku

Dalším přístupem k multikriteriálnímu hodnocení může být převod na stejnou měrnou jednotku. V některých případech usilujeme o to, abychom převedli všechny kritéria na stejnou jednotku. Nejčastěji tento postup provádíme z důvodu, že chceme kritéria hodnotově vyjádřit. Takto upravená kritéria lze pak snadno převést na jediné kritérium. (4)

1.2.3 Převod na bezrozměrné vyjádření

V tomto případě převádíme všechny kritéria, o kterých mluvíme, na jediné bezrozměrné vyjádření. Pod tím si můžeme představit například vyjádření v procentech

nebo užitek. Základem tohoto přístupu je v podstatě předešlá metoda, jen s tím rozdílem, že musíme dosáhnout toho, že převedeme všechny kritéria na vyjádření bezrozměrné. (4)

1.2.4 Kompenzační metoda

Kompenzační metoda je založena na ekvivalentních výměnách a principu dominance. To znamená, že se snažíme jednotlivé položky zaměňovat tak, abychom dospěli k tomu, že dojde k postupnému vyloučení variant a kritérií hodnocení. Musíme však myslet na to, že zde hraje roli i nadřazenost nebo převaha některých kritérií. (4)

1.3 Základní pojmy a typy multikriteriálních metod

Předtím než budou rozebrány jednotlivé metody stanovení vah kritérií a metody multikriteriálního hodnocení variant, tak je důležité si definovat základní pojmy, které se týkají této oblasti. V práci se budu zmiňovat o těchto pojmech:

- varianta,
- kritérium,
- kritériální matice,
- váha kritéria,
- rozhodnutí,
- rozhodovatel.

1.3.1 Varianta

Jedná se o konkrétní možnosti, pro které se rozhodujeme. Dalším jejich znakem je jejich realizovatelnost. Konkrétně se může jednat například o návrhy poplachového zabezpečovacího systému (PZS) od několika dodavatelů. Tyto varianty následně budeme hodnotit.

Varianty značíme: A_i (pro $i = 1, 2, 3, \dots, m$).

Varianty se speciálními vlastnostmi

- *Dominovaná varianta* – jiná varianta je ve všech kritériích lepší nebo alespoň stejná než tato varianta. Varianta ve všech kritériích lepší se nazývá dominující. Dominovanou variantu můžeme v hodnocení opomenout.

- *Ideální varianta* – v této variantě dosahují kritéria nejvýhodnějších hodnot. To znamená, že taková varianta je pak dominující. Kdybychom našli ideální variantu, tak už nemusíme provádět multikriteriální hodnocení.
- *Bazální varianta* – tato varianta je opakem ideální varianty. To znamená, že ve všech kritériích je tato varianta horší než ostatní. Z tohoto důvodu se bazální varianta ihned vylučuje z hodnocení. (2)

1.3.2 Kritérium

Kritérium je hledisko, na základě kterého jsou varianty hodnoceny. Kritérium je nejčastěji popsáno fyzikální veličinou nebo jinak kvantifikované. Kritérií můžeme mít celou řadu. Konkrétně lze za kritérium považovat například parametr snímací charakteristiky detektorů, odběr proudu detektorů, typ ochrany, cenu a mnoho dalších v závislosti na zvoleném oboru hodnocení.

Kritéria značíme: K_j (pro $j = 1, 2, 3, \dots, n$).

Klasifikace kritérií dle povahy

- *Maximalizační* – u těchto kritérií můžeme říci, že platí jednoduché pravidlo. Nejlepší hodnocení bude mít položka s nejvyššími hodnotami. Konkrétním příkladem může být například životnost senzoru v detektoru.
- *Minimalizační* – naopak u minimalizačního kritéria budou mít nejlepší hodnocení položky s nejnižšími hodnotami. Typickým příkladem minimalizačního kritéria je cena. (2)

1.3.3 Kriteriaální matice

V případě, že máme hodnocení variant podle kritérií kvantifikováno, tak můžeme vytvořit kriteriaální matici $Y = (y_{ij})$. Řádky souhlasí s variantami (A_i) a sloupce s kritérii (K_j). Jednotlivé kriteriaální hodnoty jsou značeny y_{ij} . Tuto matici vytváříme hlavně z důvodu přehlednosti. (2)

Tab. 1 Kriteriaální matice

$Y = (y_{ij})$	K_1	K_2	...	K_n
A_1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1n}
A_2	y_{21}	y_{22}	...	y_{2n}
...
A_m	y_{m1}	y_{m2}	...	y_{mn}

1.3.4 Váha kritéria

Váha kritéria udává relativní důležitost kritéria vzhledem k ostatním kritériím v souboru hodnocení. Normované hodnoty vah kritérií nabývají hodnot z intervalu $\langle 0|1 \rangle$. Součet všech vah je roven jedné. Tyto hodnoty stanovuje hodnotitel sám nejčastěji na základě svého instinktu a intuice. Z tohoto důvodu mohou být hodnoty vah kritérií značně subjektivní. Každý hodnotitel bude zpravidla stejný problém posuzovat rozdílně.

(2)

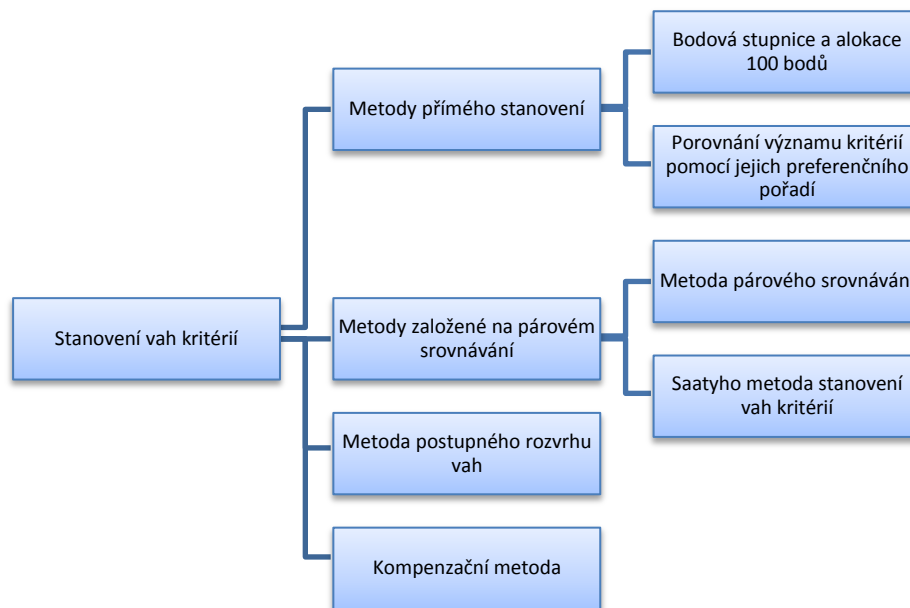
1.3.5 Rozhodovatel

Jedná se o subjekt, který má učinit rozhodnutí. Nejčastěji jde o člověka, který zpracovává multikriteriaální analýzu. Může to být například bezpečnostní manažer v rámci firmy, který zpracovává havarijní plán. Ještě se lze setkat s pojmem hodnotitel. V tomto případě se jedná o subjekt, který bude provádět hodnocení s použitím multikriteriaálních metod.

1.3.6 Typy multikriteriaálních metod

Existuje řada multikriteriaálních metod hodnocení na podporu rozhodování. V této práci budou definovány jen vybrané metody multikriteriaálního hodnocení. Konkrétně se jedná o metody stanovení vah kritérií, metody multikriteriaálního hodnocení variant a fuzzy logiku. Rozdělení těchto metod naznačují diagramy na obrázcích 2 a 3.

Stanovení vah kritérií

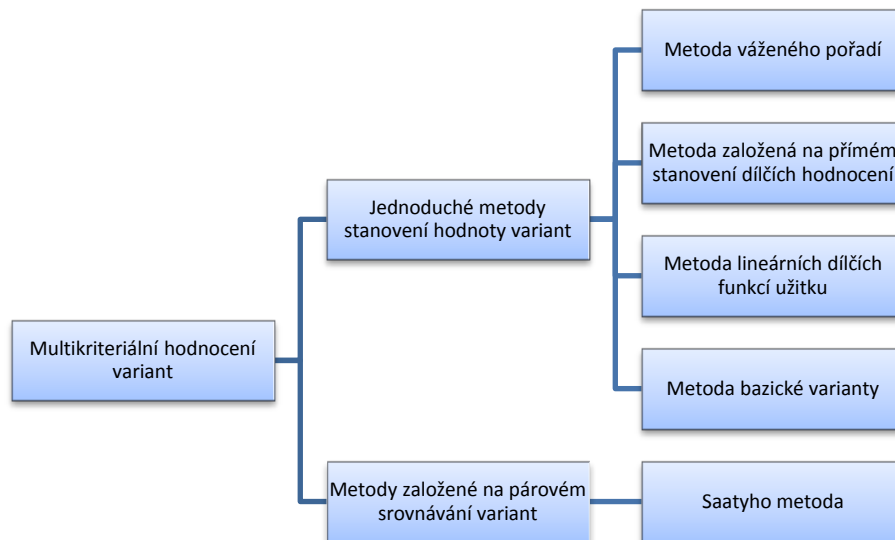


Obr. 2 Stanovení vah kritérií (diagram)

- *Bodová stupnice a alokace 100 bodů* – jedná se o přiřazení určitého počtu bodů ze zvolené stupnice každému kritériu. Alokace 100 bodů je v podstatě rozložení 100 bodů mezi všechna kritéria. Body u obou variant se přiřazují na základě významnosti.
- *Porovnání významu kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí* – stanovíme si preferenční uspořádání neboli pořadí významnosti kritérií. Poté se porovná význam všech kritérií s kritériem, které je v preferenčním pořadí poslední. Na základě toho se určí váhy kritérií.
- *Metoda párového srovnávání* – jednoduše lze říci, že významnost kritéria se určí na základě porovnání počtu jeho preferencí ke všem ostatním kritériím souboru hodnocení. Tato metoda se někdy nazývá Fullerův trojúhelník.
- *Saatyho metoda stanovení vah kritérií* – určují se preferenční vztahy mezi dvojicemi kritérií. V této metodě jsou pro přehlednost kritéria uspořádána v tabulce.
- *Metoda postupného rozvrhu vah* – v této metodě se používá tzv. strom kritérií. Tato metodika je založena na seskupení kritérií do dílčích skupin na základě podobnosti jejich obsahové náplně.

- *Stanovení vah kompenzační metodou* – tuto metodu nejčastěji využijeme v případě, že rozsah hodnot mezi nejhorší a nejlepší variantou pro dané kritérium je relativně malý. Došlo by ke zkreslení výsledků multikriteriálního hodnocení.

Multikriteriální hodnocení variant



Obr. 3 Multikriteriální hodnocení variant (diagram)

- *Metoda váženého pořadí* – tato metoda je založena na dílčím ohodnocení variant, vztahujícím se k jednotlivým kritériím. Stanovuje se pořadí variant vzhledem k jednotlivým kritériím.
- *Metoda založená na přímém stanovení dílčích hodnocení* – jedná se o metodu, u které dílčí hodnocení variant určuje hodnotitel. Zpravidla se využívá předem zvolené stupnice bodů.
- *Metoda lineárních dílčích funkcí užítku* – dílčí hodnocení variant probíhá tak, že se pro každé kritérium stanoví jiným způsobem v závislosti na povaze. Liší se u kvalitativních a kvantitativních kritérií. Rozlišují se i kritéria výnosového a nákladového charakteru.
- *Metoda bazické varianty* – jde o stanovení dílčích hodnocení variant, které se provádí pomocí porovnání hodnot důsledku variant s hodnotami tzv. bazické varianty. Bazická varianta je taková varianta, která zpravidla dosahuje nejlepších hodnot.

- *Saatyho metoda* – stejně jako u stanovení vah touto metodu opět posuzujeme vztahy dvojic jen s tím rozdílem, že se nejedná o kritéria ale o jednotlivé varianty. Pro každé kritérium se vytvoří samostatná Saatyho matice.

Fuzzy logika

Fuzzy logiku lze využít v kterémkoliv rozhodovacím problému. Dá se aplikovat na libovolnou oblast. Její princip je například zakotven ve vyhodnocovací elektronice digitálních fotoaparátů nebo v řízení robotů. Tato metoda je v podstatě založena na ohodnocení mírou pravdivosti. Fuzzy logika má konkrétní postup a obsahuje tyto tři základní kroky:

- Fuzzifikace
- Fuzzy inference
- Defuzzifikace

Dílčí závěr:

Manažeři se nemusí rozhodovat jen na základě intuice nebo instinktu, ale mohou využít manažerské metody hodnocení a metody na podporu rozhodování. To sníží riziko a následky spojené s jejich mylným nebo nevýhodným rozhodnutím. V této kapitole jsem objasnil, co je to multikriteriální hodnocení. Také jsem popsal možné způsoby přístupu a zjednodušení multikriteriálního hodnocení. Ty jsou většinou založeny na dominanci jedné varianty před ostatními. Dále lze převést všechna kritéria na stejnou měrnou jednotku nebo bezrozměrné vyjádření. Také lze využít kompenzační metodu. V závěru kapitoly byly uvedeny konkrétní metody multikriteriálního hodnocení, které budou dále podrobně rozebrány.

2 METODY STANOVENÍ KRITÉRIÍ A JEJICH VAH

Při stanovení souboru hodnocení jsou podstatná především kritéria. Základním parametrem při určování a výběru kritérií hodnocení jsou zvláště cíle, které si hodnotitel vymezil a chce jich dosáhnout. Kritéria hodnocení především určují míru splnění těchto cílů zvolenými variantami. V praxi to znamená, že každému cíli, co si hodnotitel určil, by mělo odpovídat alespoň jedno kritérium hodnocení. Pokud se použije více kritérií pro dílčí cíl, tak musíme zabezpečit, aby vybraná kritéria nebyla vzájemně redundantní. Dále na výběr kritérií působí subjekty, které se podílejí na hodnocení nebo jejich zájmy toto hodnocení ovlivňují. To znamená, když nebudeme brát v úvahu tyto zájmy, tak může později dojít k neúspěchu celé varianty hodnocení.

Jednotlivá kritéria rozdělíme do dílčích skupin dle předem stanovených cílů. Tím vznikne několik skupin obsahujících kritéria, která se vždy k tomu cíli vztahují. V každé skupině kritérií se posuzuje, zdali nějaké kritérium není nerelevantní a zdali ho můžeme vyloučit ze souboru hodnocení. Tím soubor hodnocení bude obsahovat pouze důležitá kritéria a jeho rozsah se zmenší a tím i značně zjednoduší. Další možností výběru kritérií je použití tabulky, pomocí které hodnotitel posuzuje důležitost kritérií. To znamená, že každé kritérium porovnává s ostatními kritérii v souboru hodnocení. V případě, že je kritérium pro hodnotitele důležitější, tak mu přiřadí jedničku. V opačném případě zapíše nulu. V závěru se provede součet bodů pro jednotlivá kritéria a seřadí se sestupně. Tento postup slouží jako pomůcka pro výběr kritérií. Kritéria s nejmenším počtem bodů mohou být vyřazena a tím se sníží komplikovanost souboru hodnocení.

Při tvorbě souboru kritérií musí být splněny na kritéria konkrétní požadavky:

- *Úplnost* – soubor kritérií hodnocení by měl umožňovat posoudit a zhodnotit všechny přímé a nepřímé důsledky těchto variant a to pozitivního i negativního charakteru.
- *Srozumitelnost* – každé kritérium souboru hodnocení musí mít jednoznačně a jasně určený smysl. Pro hodnotitele musí být naprosto srozumitelné. To zaručuje, aby s ním hodnotitel mohl dále pracovat a nedopustil se nesprávného výkladu tohoto kritéria.
- *Měřitelnost* – každé kritérium musí být stanoveno tak, aby umožnilo zjištění důsledků variant vzhledem k tomuto kritériu. Při měření se může postupovat

kvantitativně nebo kvalitativně podle určité stupnice. Čím je kritérium srozumitelněji a jasněji zadáno, tím je i lépe měřitelné a naopak.

- *Nepřekrývání* – to znamená, že soubor hodnocení musí být sestaven tak, aby se každý aspekt řešeného problému v hodnocení variant objevil pouze jednou. Redundantnost pak nastává, když dochází k úplnému nebo částečnému překrývání kritérií.
- *Minimální rozsah* – soubor kritérií by měl mít co nejmenší rozsah. To znamená, že počet kritérií by měl být co nejmenší, jelikož tím dochází k výraznému zjednodušení závěrečného hodnocení variant. Zmenšení rozsahu souboru hodnocení lze provést vyloučením kritérií, u kterých se důsledky variant nepatrně liší.

Multikriteriální hodnocení má určitá pravidla a zahrnuje několik základních kroků, které je nutné provést. V případě, že jsme vytvořili soubor hodnocení s jednotlivými kritérii, pak dalším důležitým krokem, který téměř vždycky provádíme, je stanovení vah jednotlivých kritérií. Váhy kritérií nám určují, jak je pro nás kritérium důležité. V podstatě nám udávají, jak je kritérium významné. Proto se váhy kritérií někdy nazývají koeficienty významnosti. Koeficienty významnosti se zvyšují s důležitostí jednotlivých kritérií. Neboli čím je kritérium pro rozhodovatele důležitější, tím mu přiřadíme větší váhu. A naopak, nižší váhy jsou připsány méně důležitým kritériím z pohledu rozhodovatele. Pro přehlednost se provádí velice často normování vah kritérií v souboru hodnocení. Jejich součet se pak rovná jedné.

V multikriteriálním hodnocení se objevuje několik metod stanovení vah kritérií. Tyto metody se především liší svou komplikovaností, která je závislá na aplikovaném algoritmu. Dále jsou rozdílné z hlediska jejich použití na větší počet kritérií. Všechny metody nejsou k tomuto účelu vhodné, neboť toto hodnocení se pak stává zdlouhavým a méně přehledným. A to u metod vícekriteriálního hodnocení nepožadujeme. Jde nám především o to, aby proces hodnocení byl transparentní a ulehčil nám rozhodování. Ve své práci objasním metody založené na přímém stanovení vah kritérií, na párovém srovnávání, metody postupného rozvrhu vah a použití kompenzační metody pro stanovení vah.

2.1 Metody přímého stanovení vah kritérií

Nejjednoduššími metodami jsou metody přímého stanovení vah kritérií. Tyto metody jsou založeny na jednom společném rysu. K hodnocení dochází na základě přímého stanovení. To znamená, že rozhodovatel stanoví koeficienty významnosti přímo. Jedná se o subjektivní ohodnocení jednotlivých kritérií. To znamená, že váhy kritérií přiřazuje hodnotitel na základě své zkušenosti a informací, které má k dispozici.

2.1.1 Bodová stupnice a alokace 100 bodů

Metoda založená na bodové stupnici patří mezi přímé metody. Ke stanovení vah kritérií dochází pomocí přiřazení konkrétního počtu bodů z předem stanovené stupnice. Tento krok se provádí pro všechna kritéria ze souboru hodnocení. Počet bodů je závislý na významnosti kritéria. Toto ohodnocení provádí rozhodovatel, takže různé subjekty s největší pravděpodobností stejnou aplikaci ohodnotí rozdílně. Před samotným hodnocením touto metodou je důležité podívat se na celý soubor kritérií. Je důležité brát v úvahu nejvíce a nejméně významná kritéria a na základě toho pak stanovit rozpětí bodové stupnice.

Rozpětí bodové stupnice je závislé na rozlišovací schopnosti. Můžeme zvolit nižší rozlišovací schopnost. Pak počet bodů pro tuto stupnici bude například 5. To znamená, že budeme přiřazovat hodnoty 1, 2, 3, 4 nebo 5. Bodová stupnice s vysokou rozlišovací schopností bude mít například počet bodů 10. U této bodové stupnice bude hodnocení přesnější, jelikož máme větší rozpětí bodů. Přiřazení bodů provedeme pro všechna kritéria. Čím více je pro nás kritérium důležité, tím mu přiřadíme větší hodnotu z bodové stupnice. Váhy kritérií uvedené pomocí bodů nejsou normovány, a proto posledním krokem bude normování. To provedeme tak, že normovanou váhu každého kritéria vyjádříme jako podíl jeho bodů a součtu bodů všech kritérií. (4)

Metoda alokace 100 bodů je založena na principu bodové stupnice. Jediným rozdílem je to, že bodová stupnice je již dána a obsahuje 100 bodů. Úkolem hodnotitele je rozdělit 100 bodů tak, aby je použil všechny a nejvýznamnějším kritériím přiřadil největší počet bodů. To znamená, že součet všech bodů přiřazených jednotlivým kritériím je 100. Nevýhodou této metody může být to, že hodnotitel musí myslet na to, aby vypotřeboval všech 100 bodů. Především u větších souborů hodnocení to může způsobit, že samotné vícekritériální hodnocení bude časově náročnější. (4)

Příklad použití:

Pro ilustraci této metody si uvedeme jednoduchý příklad. Můžeme vzít příklad například z oblasti ochrany života a zdraví osob a majetku. Nejprve si určíme kritéria, u kterých budeme určovat koeficienty významnosti. Kritéria jsou:

- K_1 - počet zaměstnanců v oblasti fyzické ochrany,
- K_2 - instalace detektorů perimetrické ochrany,
- K_3 - školení zaměstnanců v oblasti BOZP,
- K_4 - stupeň zabezpečení PZS,
- K_5 - způsob identifikace přístupového systému.

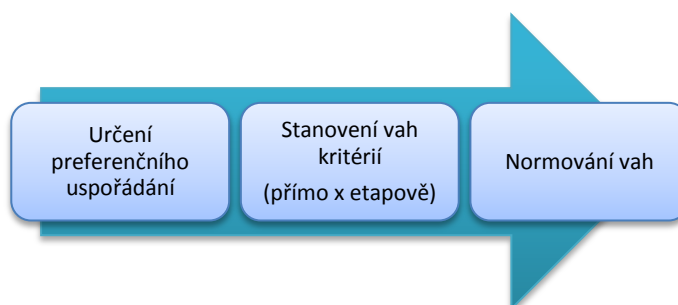
Dalším krokem je samotné stanovení vah kritérií a následné normování koeficientů významnosti (Tab. 2). Použijeme bodovací stupnici od 1 do 10, ze které podle významnosti přidělíme body jednotlivým kritériím.

Tab. 2 Použití bodové stupnice

Kritéria	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	Součet
Počet bodů	7	5	3	9	8	32
Normovaná hodnota	0,22	0,16	0,09	0,28	0,25	1

2.1.2 Porovnání významu kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí

Jak už napovídá samotný název, tak tato metoda je založena na porovnávání významnosti kritérií. Využívá se při ní pořadí jednotlivých kritérií. Tato metoda zahrnuje tři základní kroky, které je potřeba provést. Jedná se o určení preferenčního uspořádání, stanovení vah kritérií a jejich normování.



Obr. 4 Fáze metody stanovení vah pomocí preferenčního pořadí

První krok postupu této metody je uspořádání kritérií podle jejich významnosti. Jedná se o významný krok, na kterém je tato metoda založena. Pořadí významnosti kritérií lze určit 2 způsoby:

- přímo,
- etapově.

U přímého uspořádání samotné seřazení provádí rozhodovatel. V podstatě určí sám pořadí kritérií dle jejich významnosti. Určí se nejvýznamnější kritérium, které bude nejvýše v pořadí významnosti. Dále řadíme kritéria až k nejméně významnému, které bude poslední v pořadí. Toto seřazení je opět subjektivní. Každý hodnotitel by měl pro stejný soubor kritérií pořadí jiné. Tato metoda určení preferenčního uspořádání není nijak složitá. Princip je jednoduchý. Problém může nastat v souboru hodnocení s větším počtem kritérií, jelikož musíme brát v úvahu všechny kritéria současně. Musíme posuzovat význam všech kritérií. To pak může být pro hodnotitele velmi náročné.

Pro větší soubory hodnocení spíše využijeme etapové uspořádání. Pro větší počet kritérií je tato metoda srozumitelnější a minimalizuje její náročnost. Její princip je založený na řazení kritérií v několika etapách. Počet etap je závislý na počtu kritérií. Jako u předešlé metody v každé etapě určíme nejvýznamnější a nejméně významné kritérium. To opakujeme pro každou etapu. Tato dvě kritéria před každou další etapou nebereme v úvahu. Vždy použijeme jen redukovaný soubor kritérií. Pokračujeme až do té doby než seřadíme všechna kritéria dle jejich významnosti. Jestliže kritéria nejvýznamnější označíme m_i a kritéria nejméně významná budou mít označení n_i , které jsme zjistili v i - tých etapách, pak výsledné pořadí celého souboru je dáno posloupností $m_1, m_2, m_3, \dots, n_3, n_2, n_1$. (4)

Další fází tohoto algoritmu je samotné stanovení vah jednotlivých kritérií. To se provádí tak, že porovnáme význam každého kritéria s kritériem nejméně významným neboli s posledním v pořadí. Postupujeme tak, že nejméně významnému kritériu přiřadíme váhu 1. Poté rozhodovatel určuje, kolikrát je předposlední kritérium preferenčního pořadí významnější než toto poslední kritérium. Toto porovnání se opakuje pro každé kritérium v tabulce preferencí. To znamená, že postupně porovnáme kritéria od konce, až dojdeme k tomu nejvýznamnějšímu neboli prvnímu v pořadí preferencí. Výsledkem tohoto ohodnocení pak jsou nenormované váhy kritérií. Proto provedeme poslední krok – normování. To je stejné jako u metody, která využívá bodovou stupnici. To znamená,

že normovanou váhu každého kritéria vyjádříme jako podíl jeho bodů a součtu bodů všech kritérií. (4)

Příklad použití:

Na lepší pochopení této metody si znovu uvedeme jednoduchý příklad. Opět použijeme stejný případ jako v předchozí metodě. To znamená, že kritéria budou následující:

- K_1 - počet zaměstnanců v oblasti fyzické ochrany,
- K_2 - instalace detektorů perimetrické ochrany,
- K_3 - školení zaměstnanců v oblasti BOZP,
- K_4 - stupeň zabezpečení PZS,
- K_5 - způsob identifikace přístupového systému.

Nejprve provedeme první krok. To znamená, že určíme preferenční pořadí kritérií. Vybral jsem si metodu založenou na etapovém uspořádání. Přistoupíme k první etapě. Jako nejvýznamnější jsem si vybral kritérium K_4 a nejméně významné bude kritérium K_3 .

K_4	K_1, K_2, K_5	K_3
-------	-----------------	-------

V druhé etapě použijeme redukovaný soubor kritérií K_1, K_2, K_5 . Z toho jsem vybral jako nejvýznamnější kritérium K_5 a nejméně významné kritérium K_2 . Pořadí je po této etapě následující. A tím vlastně fáze etapového hodnocení končí, jelikož jsme vyčerpali všechna kritéria.

K_4	K_5	K_1	K_2	K_3
-------	-------	-------	-------	-------

Poté provedeme druhý krok této metoda a tím je stanovení nenormovaných vah kritérií. Nejméně významnému kritériu teda přiřadíme váhu 1 a pak postupně stanovíme, kolikrát jsou ostatní kritéria významnější než poslední v pořadí. Posledním krokem bude normování. Výsledné hodnoty ilustruje Tab. 3.

Tab. 3 Použití metody porovnání významu kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí

Kritéria	K_3	K_2	K_1	K_5	K_4	Součet
Počet bodů	1	2	4	7	10	24
Normovaná hodnota	0,04	0,08	0,17	0,29	0,42	1

2.2 Metody stanovení vah kritérií založené na párovém srovnávání

Dalšími technikami, kterými se stanovují váhy kritérií, jsou metody založené na párovém srovnávání. Podstatou těchto algoritmů je zjištění preferenčních vztahů ve dvojicích kritérií. To se provádí v celém souboru hodnocení. To znamená, že se posuzují vztahy mezi různými dvojicemi souboru hodnocení dle určitých pravidel. Popíšeme si dvě metody této oblasti. Jedná se o metodu párového srovnávání a Saatyho metodu stanovení vah kritérií.

2.2.1 Metoda párového srovnávání

Jedná se o jednu z jednodušších metod párového srovnávání. Někdy se můžeme setkat s pojmenováním Fullerův trojúhelník. Tato metoda je založena na porovnávání každého kritéria s každým. Zjišťuje se počet preferencí jednotlivých kritérií vzhledem ke všem kritériím ze souboru hodnocení.

Určení preferencí se může provádět na základě Tab. 4. Tabulku využijeme především kvůli přehlednosti. Ve sloupcích i v řádcích uvedeme všechna kritéria souboru hodnocení. Poté určujeme preference jednotlivých kritérií. Postupujeme tak, že bereme dvojice kritérií. To znamená, že vezmeme kritérium uvedené v prvním řádku a postupně ho porovnáme s jednotlivými sloupci. Poté to samé provedeme s kritérii v následujících řádcích a sloupcích. V případě, že je kritérium uvedené v řádku pro hodnotitele významnější, tak se zapíše do příslušného políčka v tabulce jednička. V opačném případě neboli, když kritérium v řádku nepreferujeme před kritériem ve sloupci, tak zapíšeme nulu. Vyplňujeme pouze část, která je v tabulce označena tučně. (4)

Tab. 4 Zjišťování preferencí kritérií u metody párového srovnávání

Kritérium	K_1	K_2	K_3	...	K_n	Počet preferencí
K_1		1	0	...	1	
K_2			0	...	0	
K_3					0	
...					...	
K_{n-1}					1	
K_n						

Následným krokem této metody je stanovení počtu preferencí. Tento počet se stanoví tak, že se sečte počet jedniček v řádku daného kritéria a počet nul ve sloupci tohoto kritéria. Jako u předešlých metod nejsou tyto váhy normovány. Proto podle následujícího vztahu se váhy převedou na normovaný tvar.

$$v_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^n f_i} \quad (2-1)$$

Počet provedených srovnání kritérií je pak dán vztahem:

$$\sum_{i=1}^n f_i = \frac{n \cdot (n - 1)}{2} \quad (2-2)$$

kde: v_i normovaná váha i – tého kritéria,

f_i počet preferencí i – tého kritéria,

n počet kritérií.

Stanovení vah kritérií podle vztahu 2-1 je nevýhodné v případě, že některé z posuzovaných kritérií má nulový počet preferencí, protože pak i jeho váha je nulová. A to se nemusí jednat o zcela bezvýznamné kritérium. V případě, že bude mít kritérium váhu rovnu nule, tak ho vlastně můžeme z hodnocení vyřadit a to by mohlo zkreslit výsledky multikriteriálního hodnocení. V tomto případě se pak používá zvýšení počtu preferencí o jedničku. Upravený vztah pak vypadá takto:

$$v_i = \frac{f_i + 1}{n + \sum_{i=1}^n f_i} \quad (2-3)$$

Příklad použití:

Pro ilustraci této metody použijeme opět modelový příklad jako u předchozích metod. To znamená, že zvolená kritéria jsou opět tyto:

- K_1 - počet zaměstnanců v oblasti fyzické ochrany,
- K_2 - instalace detektorů perimetrické ochrany,
- K_3 - školení zaměstnanců v oblasti BOZP,
- K_4 - stupeň zabezpečení PZS,

- K_5 - způsob identifikace přístupového systému.

Hlavním bodem této metody je vytvoření tabulky s vybranými kritérii. Dalším krokem je stanovení preferencí jednotlivým kritériím.

Tab. 5 Tabulka zjištěných preferencí u metody párového srovnávání

Kritérium	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	Počet preferencí	Výsledné váhy (2-1)	Výsledné váhy (2-3)
K_1		1	1	0	0	2	0,20	0,20
K_2			1	0	0	1	0,10	0,13
K_3				0	0	0	0,00	0,07
K_4					1	4	0,40	0,34
K_5						3	0,30	0,26

Postupně se posuzují preference jednotlivých kritérií vzhledem k ostatním. To znamená, že se zjišťuje, zdali kritérium uvedené v řádku je významnější než to ve sloupci. Jestliže ano, tak se zapíše do příslušné buňky číslo 1. V opačném případě se zapíše číslo 0. Poté se provede součet jedniček v řádku a nul ve sloupci pro příslušné kritérium. Tím získáme počet preferencí. V posledním kroku se stanoví výsledné váhy dle vztahu 2-1 a 2-3. Vztah 2-3 využijeme z důvodu, že kritérium K_3 má nulovou preferenční hodnotu a při použití vztahu 2-1 má i nulovou váhu. V případě vztahu 2-3 nedojde k vyloučení kritéria ze souboru hodnocení.

2.2.2 Saatyho metoda stanovení vah kritérií

Tato metoda je opět založena na párovém srovnávání. V prvním kroku se určí preference dvojic kritérií. Následně se stanoví váhy kritérií. Opět kvůli přehlednosti se kritéria seřadí do tabulky. Zapišeme jednotlivá kritéria do sloupců a řádků. Oproti metodě párového srovnávání je velkou výhodou určení velikosti preferencí dvojice kritérií. To se provádí tak, že každé porovnávané dvojici kritérií přiřadíme určitý počet bodů z předem vybrané bodové stupnice. Saaty ve své metodě stanovil bodovou stupnici včetně deskriptorů (Tab. 6).

Tab. 6 Saatyho bodová stupnice s deskriptory

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.

V některých případech použití Saatyho doporučené bodové stupnice není vhodné. Především význam jednotlivých deskriptorů je zavádějící. Z tohoto důvodu se spíše použije následující postup. Nejdříve uspořádáme kritéria dle jejich významnosti a stanovíme rozsah stupnice. Neboli zjistíme kolikrát je nejpodstatnější kritérium významnější než to nejméně podstatné kritérium. Poté uplatňujeme takto upravenou stupnici. Stupnice nemusí obsahovat jen celá čísla, ale lze využít i čísla s desetinnou čárkou.

Po provedení těchto kroků vznikne tzv. Saatyho matice (2-4), kterou označíme $S = (S_{ij})$. Nejdříve vyjádříme hodnoty v pravé části matice. Jestliže je pro hodnotitele kritérium vyjádřené v řádku důležitější než kritérium ve sloupci, tak se do příslušné buňky matice zapíše příslušný počet bodů podle významnosti kritéria v řádku vzhledem ke kritériu ve sloupci. V opačném případě, to znamená, jestliže kritérium v řádku je méně významné než ve sloupci, tak se provede převrácená hodnota zvoleného počtu bodů. Na diagonále vyplníme samé jedničky, jelikož v porovnávání kritéria se sama sebou je jejich významnost stejná. Levou část vyplníme tak, že z řádku jednotlivých kritérií vytvoříme převrácené hodnoty a ty pak vyplníme do sloupců odpovídajících kritérií. Tím jsme získali vyplněnou matici s preferencemi jednotlivých kritérií. (4)

$$S = \begin{pmatrix} 1 & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ \frac{1}{S_{12}} & 1 & \cdots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{S_{1n}} & \frac{1}{S_{2n}} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (2-4)$$

Dalším krokem Saatyho metody je samotné stanovení vah kritérií. U této metody lze vypočítat váhy kritérií různými způsoby. Některé jsou značně složité na výpočet, a proto je

nutné použití softwaru. Z tohoto důvodu uvedu dvě metody stanovení vah, které mají výpočet méně náročný a lze je použít pro běžné aplikace. Jedná se o metodu součtu prvků a metodu geometrických průměrů.

U první metody určíme váhy kritérií tak, že sečteme všechny prvky v každém řádku matice a vydělíme je součtem všech prvků této matice. Pro jednotlivé řádky vznikly podíly a ty určují odhady vah pro jednotlivá kritéria.

Druhá metoda je založena na geometrických průměrech řádků této matice. Nejprve mezi sebou vynásobíme hodnoty uvedené na řádku. Poté se určí n-tá odmocnina z tohoto součinu, kde n udává počet prvků v řádku. Tento postup se provede pro každý řádek. Na závěr se hodnoty jednotlivých řádků znormují. To znamená, že hodnotu geometrického průměru řádku vydělíme součtem všech geometrických průměrů. (4)

Příklad použití:

Pro vysvětlení této metody použijeme opět ilustrativní příklad jako v předešlých metodách. To znamená, že zvolená kritéria jsou opět tyto:

- K_1 - počet zaměstnanců v oblasti fyzické ochrany,
- K_2 - instalace detektorů perimetrické ochrany,
- K_3 - školení zaměstnanců v oblasti BOZP,
- K_4 - stupeň zabezpečení PZS,
- K_5 - způsob identifikace přístupového systému.

Nejprve se vytvoří tabulka, kde v řádcích a sloupcích jsou uvedeny kritéria. Do tabulky se zapíše jednotlivé počty bodů pro porovnávané dvojice kritérií. Bodovou stupnicí si stanovíme od 1 do 8 bodů.

Tab. 7 Saatyho matice s vypočítanými váhami kritérií

Kritérium	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	Geometrický průměr	Výsledné váhy
K_1	1	4	6	1/5	1/2	1,19	0,15
K_2	1/4	1	7	1/7	1/6	0,53	0,07
K_3	1/6	1/7	1	1/8	1/7	0,21	0,03
K_4	5	7	8	1	7	4,55	0,55
K_5	2	6	7	1/7	1	1,64	0,20

Pro stanovení vah jsem vybral metodu geometrického průměru. To znamená, že vynásobíme jednotlivé prvky v řádku a odmocníme 5. odmocninou, jelikož máme 5 kritérií. Na závěr váhy normujeme tak, že hodnoty geometrických průměrů v řádcích vydělíme součtem všech geometrických průměrů. Součet je 8,12. Tím získáme výsledné normované váhy kritérií.

2.3 Metoda postupného rozvrhu vah

V praxi se často vyskytují soubory hodnocení, které jsou rozsáhlé. Obsahují velký počet kritérií. Použití výše popsaných metody stanovení vah kritérií není vhodný. Samotné hodnocení se pak stává náročnějším a zdlouhavým. Metoda postupného rozvrhu vah je na rozsáhlejší soubory hodnocení adekvátní. Za rozsáhlejší soubor hodnocení se považuje počet nad 10 kritérií. Metoda postupného rozvrhu vah je také někdy nazývána jako strom kritérií.

Tato metoda je založena na věcné podobnosti jednotlivých kritérií. Nejprve rozdělíme kritéria do jednotlivých skupin právě podle jejich příbuznosti. Stanovení vah kritérií se provádí v několika krocích. Nejprve se určí váhy pro dílčí skupiny, které jsme vytvořili. K tomu využijeme některou z výše popsaných metod. Je nutné, aby výsledné váhy byly normovány. To znamená, že jejich součet musí být roven jedné. Poté se určí váhy jednotlivých kritérií ve všech skupinách. Zase se musí provést normování vah. Součet vah všech kritérií ve skupině je roven jedné. Závěrečným krokem je stanovení výsledných vah kritérií. To se provede tak, že mezi sebou vynásobíme váhu kritéria s váhou jeho příslušné skupiny. Jelikož byly normovány váhy kritérií ve skupinách i celých skupin, tak výsledné váhy jsou již normovány a tento krok odpadá. (4)

Příklad použití:

Postup této metody si vysvětlíme na ilustrativním příkladu. Opět použijeme kritéria jako u předchozích metod. Jelikož ale potřebujeme větší soubor kritérií, tak ho rozšíříme o další kritéria.

- K_1 - počet zaměstnanců v oblasti fyzické ochrany,
- K_2 - instalace detektorů perimetrické ochrany,
- K_3 - školení zaměstnanců v oblasti BOZP,
- K_4 - stupeň zabezpečení PZS,
- K_5 - způsob identifikace přístupového systému,

- K_6 – školení zaměstnanců v oblasti PO,
- K_7 – poskytování kurzů profesní obrany,
- K_8 – fyzické testy strážných,
- K_9 – Počet kamer v systému CCTV,
- K_{10} – Školení projektantů dle vyhlášky č. 50/1978 Sb.

Nejprve si kritéria rozdělíme do 3 dílčích skupin. Stanovili jsme skupiny:

- Fyzická ochrana (S_1) – sem zařadíme kritéria K_1 , K_7 a K_8 ,
- Technické prostředky (S_2) - sem zařadíme kritéria K_2 , K_4 , K_5 a K_9 ,
- Školení a kurzy (S_3) – sem zařadíme kritéria K_3 , K_6 a K_{10} .

Váhy jednotlivých skupin a kritérií ve skupinách byly stanoveny na základě bodové metody a následně normovány. Výsledné váhy se určí jako součin váhy skupin kritérií a váhy kritérií v rámci skupin. Výsledky ilustruje následující tabulka (Tab. 8).

Tab. 8 Použití metody postupného rozvrhu vah

Skupina kritérií	Váhy skupin kritérií	Kritéria	Váhy kritérií v rámci skupin	Výsledné váhy
S_1	0,3	K_1	0,3	0,09
		K_7	0,1	0,03
		K_8	0,6	0,18
S_2	0,5	K_2	0,1	0,05
		K_4	0,6	0,30
		K_5	0,2	0,10
		K_9	0,1	0,05
S_3	0,2	K_3	0,2	0,04
		K_6	0,2	0,04
		K_{10}	0,6	0,12

2.4 Stanovení vah kompenzační metodou

Předešlé metody nebraly v úvahu důsledky variant vzhledem ke zvoleným kritériím. Proto někdy dochází ke zkreslení výsledků souboru hodnocení. Kompenzační metoda právě odráží důsledky variant vzhledem ke zvolenému souboru hodnocení a jeho kritériím. V případě, že rozsah mezi nejlepší a nejhorší hodnotou pro dané kritérium je relativně malý, pak toto hledisko nebude mít zásadní vliv při hodnocení a to i přesto,

že hodnotitel toto kritérium považuje za velmi podstatné. Těmto problémům se lze vyhnout stanovením vah kompenzační metodou.

Metodika určení vah touto metodou je založena na provedení několika kroků. Nejdříve si hodnotitel představí dvě hypotetické varianty. První varianta bude mít nejhorší možné dopady na všechna kritéria a druhá varianta naopak nejlepší možné dopady vzhledem ke všem kritériím. Poté hodnotitel určí kritérium první v pořadí. To znamená, u kterého kritéria je pro něj změna mezi nejlepší a nejhorší variantou nejvýznamnější. Toto kritérium ohodnotíme nejvyšší vahou, například 100. Dále určí kritérium druhé v pořadí a přiřadí mu odpovídající váhu. Takto postupujeme až do té doby, než seřadíme podle významnosti změn důsledků variant všechna kritéria. Takto nenormované váhy kritérií musí být určeny na základě porovnání s tím nejlepším kritériem neboli s prvním v pořadí. To znamená, že se porovnává, z kolika procent je změna nejlepší hodnoty na nejhorší hodnotu důležitější než u prvního kritéria. V posledním kroku se opět váhy kritérií znormují. (4)

Příklad použití:

Jako vysvětlující příklad si uvedeme výběr dodavatele na konkrétní instalaci poplachového zabezpečovacího systému. Nejprve si stanovíme kritéria, u kterých budeme určovat výsledné váhy. Kritéria jsou následující:

- K_1 - doba instalace,
- K_2 - náklady na systém včetně montážních prací,
- K_3 - doba existence dodavatele na trhu,
- K_4 - reference ohledně poskytovaných služeb (známka 1-7, přičemž 1 je nejhorší).

Budeme vycházet z parametrů získaných od 4 dodavatelů PZS. Jejich hodnoty kritérií jsou uvedeny v tabulce (Tab. 9).

Tab. 9 Přehled dodavatelů a hodnoty dle jednotlivých kritérií

Kritérium	Dodavatel 1	Dodavatel 2	Dodavatel 3	Dodavatel 4
K_1 [den]	7	12	9	14
K_2 [Kč]	32 980	31 880	30 990	29 790
K_3 [rok]	8	15	10	5
K_4 [známka]	7	6	3	4

Na základě údajů uvedených v Tab. 9 stanovíme nejlepší a nejhorší variantu. Dále určíme změnu mezi nejhorší a nejlepší variantou. Poté dle významnosti kritérií nadefinujeme jejich pořadí. Na základě tohoto pořadí se určí nenormované váhy jednotlivých kritérií. V posledním kroku se provede normování. Komplexní výsledky shrnuje Tab. 10.

Tab. 10 Váhy kritérií stanovené na základě použití kompenzační metody

Kritérium	Jednotka	Nejhorší varianta	Nejlepší varianta	Změna	Pořadí	Nenorm. váhy	Norm. váhy
K ₁	den	14	7	7	4	30	0,12
K ₂	Kč	32980	29790	3190	3	50	0,20
K ₃	rok	5	15	10	1	100	0,40
K ₄	známka	3	7	4	2	70	0,28

Dílčí závěr:

Podstatným prvkem v procesu multikriteriálního hodnocení jsou kritéria. Proto je důležité, vybrat ta správná. Každé kritérium by mělo být úplné, srozumitelné a měřitelné. Jednotlivá kritéria by měla splňovat podmínku neredundantnosti a soubor vybraných kritérií by měl mít co nejmenší rozsah. Dále v této kapitole byly diskutovány metody stanovení vah kritérií. Je nutné si uvědomit, že stanovení vah je vždy částečně subjektivní proces a ovlivňuje ho i zvolená metoda. Proces stanovení vah lze zpřesnit použitím více metod.

Mezi metody přímého stanovení vah patří bodová stupnice, alokace 100 bodů a metoda porovnání významu kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí. Metoda bodové stupnice a alokace 100 bodů není vhodná pro soubory hodnocení s velkým počtem kritérií, protože postup určení vah touto metodou je zdlouhavý. Metoda porovnání významu kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí už je o něco propracovanější. Tady už nepřihazujeme váhy náhodně, ale dochází k etapovému řazení kritérií dle jejich preferencí a na základě takto seřazených kritérií se určují váhy. Další skupina určování vah kritérií je založena na párovém srovnávání dvojic kritérií. Sem patří metoda párového srovnávání a Saatyho metoda. U metody párového srovnávání dochází k porovnávání preferencí jednotlivých dvojic. Zapisuje se pouze jednička nebo nula podle toho zdali je kritérium z dvojice významnější či nikoliv. Na závěr se sečtou preference a na základě toho se určí normované váhy. Saatyho metoda určování vah je o něco propracovanější. Stejně jako u předchozí

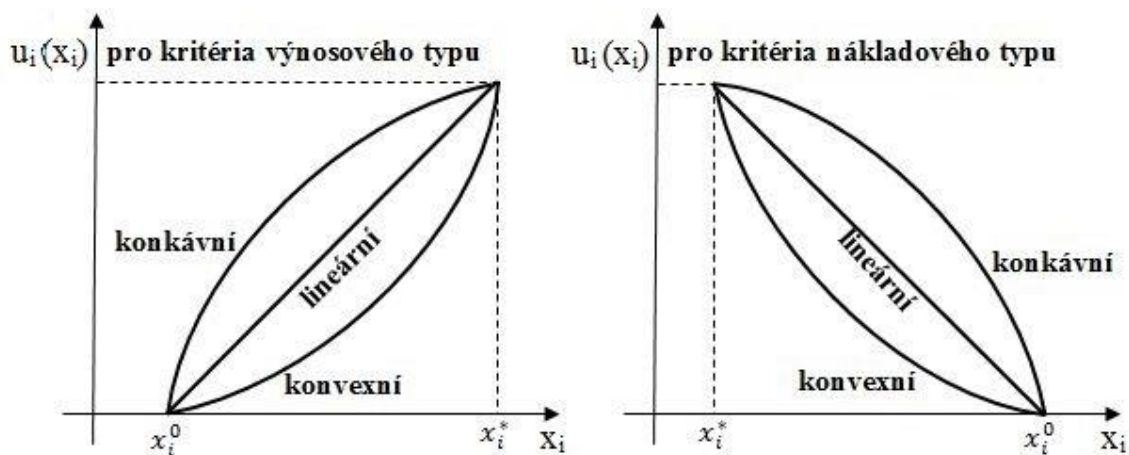
metody dochází k určování preferenčních vztahů dvojic kritérií, ale s tím rozdílem, že se přiřazuje počet bodů, který určuje velikost této preference. Tyto metody jsou přesnější než metody přímého stanovení vah. Další metodou je postupný rozvrh vah. Tento postup se používá zejména pro rozsáhlé soubory hodnocení. Je založena na rozložení kritérií do skupin podle vnitřní podobnosti. Váhy se pak stanovují pro každou skupinu i pro každé kritérium odděleně. Při stanovení výsledných vah se pak berou v úvahu váhy skupiny i váhy jednotlivých kritérií ve skupině. Princip poslední metody je založen na kompenzaci. V tomto případě bereme v úvahu důsledky variant vzhledem ke zvolenému souboru hodnocení a jeho kritériím. Výhodou této metody je, že reaguje na hodnoty již známých variant. Určí se dvě hypotetické varianty (nejlepší a nejhorší možné dopady) vzhledem ke všem kritériím souboru. Rozsah hodnot každého kritéria je správně zvolený a výsledné váhy jsou přesnější.

3 METODY MULTIKRITERIÁLNÍHO HODNOCENÍ VARIANT

Mezi významné oblasti teorie rozhodování a hodnocení patří multikriteriální hodnocení variant. Je to především tím, že tyto metody lze aplikovat téměř na kterýkoliv problém. Metody mají obecný charakter a nemusíme brát v úvahu věcnou náplň jednotlivých variant. V této kapitole budou popsány dvě skupiny metod multikriteriálního hodnocení variant. Jednoduché metody stanovení hodnoty variant jsou založeny na transformaci hodnot jednotlivých kritérií na bezrozměrnou aditivní veličinu. Tuto veličinu lze označit jako hodnotu, užitek nebo utilitu. V podstatě se jedná o ohodnocení variant. Jako jednoduché metody jsou označovány proto, že jsou srozumitelné a málo náročné pro hodnotitele. I přesto jsou v praxi hodně využívány. Jejich použití je nejvýhodnější u souborů hodnocení, které obsahují většinu kritérií kvantitativní povahy. V případě, že převažují kvalitativní kritéria, využijeme spíše metody založené na párovém srovnávání variant. Aplikace jednoduchých metod stanovení hodnoty variant bude méně vhodná.

3.1 Multikriteriální funkce užitku

Tato funkce přiřazuje každé variantě hodnocení užitek, který je vyjádřen reálným číslem. S růstem této hodnoty se pro hodnotitele zvyšuje význam vybrané varianty. Užitek lze určit na základě znalosti vah jednotlivých kritérií a dílčích funkcí užitku kritérií. Dílčí funkce užitku mohou mít různý obsah. Tyto funkce popisují závislost změny ohodnocení na změně hodnoty hodnocení u jednotlivých kritérií. V podstatě lze říci, že je to závislost přínosu pro hodnotitele $u_i(x_i)$ na změnách důsledků variant vzhledem k danému kritériu x_i .



Obr. 5 Dílčí funkce užitku

Dílčí funkce užitku lze posuzovat na základě rozdělení kritérií. Jedná se o kritéria výnosového a nákladového typu. Tyto funkce popisuje Obr. 5. U výnosových kritérií je vždy dílčí funkce užitku rostoucí funkcí. Konkávní průběh funkce nastává v případě, že hodnotitel si cení stejné přírůstky hodnot daného kritéria stále méně. Konvexní funkce u kritérií výnosového typu popisuje případ, kdy stejné přírůstky hodnot daného kritéria mají pro hodnotitele stále větší přínos. A lineární funkce popisuje případ, kdy si hodnotitel přírůstky hodnot daného kritéria cení pořád stejně. (5)

U kritérií nákladového typu jsou dílčí funkce užitku vždy klesající. Konkávní funkce udává, že hodnotitel si stejné poklesy hodnot daného kritéria cení stále více. Konvexní průběh funkce popisuje případ, kdy si hodnotitel stejné poklesy hodnot daného kritéria cení stále méně. V případě lineární funkce hodnotitel považuje stejné poklesy hodnot daného kritéria za stále stejně významné.

U kritérií výnosového i nákladového typu se v praxi nejčastěji vyskytuje lineární průběh dílčí funkce užitku. To znamená, že u většiny kritérií jsou pro hodnotitele stejné poklesy nebo přírůstky hodnot pořád stejně přínosné. (5)

3.2 Jednoduché metody stanovení hodnoty variant

Tyto metody vychází z konstrukcí dílčích funkcí užitku. Vzhledem k jejich relativní složitosti se v praxi spíše používají jednoduché metody stanovení hodnoty variant. V případě aplikace dochází k nepochybnému zjednodušení, které může mít za následek zkreslení výsledků. Metody v této skupině určují celkové ohodnocení variant jako vážený součet dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím. To udává následující vztah:

$$H^j = \sum_{i=1}^n v_i \cdot h_i^j \text{ pro } j = 1, 2, \dots, m,$$

(3-1)

kde:

H^j celkové ohodnocení (hodnota) j-té varianty,

v_i váha i-tého kritéria,

h_i^j dílčí ohodnocení j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu,

n počet kritérií,

m počet variant.

Na základě celkového ohodnocení variant dle vztahu 3-1 je možné určit preferenční pořadí jednotlivých variant. Jednotlivé varianty jsou uspořádány sestupně podle hodnot celkového ohodnocení variant. Varianta nejvýše v žebříčku hodnot je pro nás nejvhodnější. Jednoduché metody stanovení hodnoty variant se liší především určováním dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím. Tyto metody popisují konstrukce dílčích hodnocení variant. Budeme postupovat od jednodušších metod k relativně složitějším. Jedná se o tyto metody:

- metoda váženého pořadí,
- metoda založená na přímém stanovení dílčích hodnocení,
- metoda lineárních dílčích funkcí užitku,
- metoda bazické varianty.

3.2.1 Metoda váženého pořadí

Nejjednodušší technikou je metoda váženého pořadí. Dílčí ohodnocení variant se určí na základě pořadí jednotlivých variant vzhledem k jednotlivým kritériím. Dílčí ohodnocení j -té varianty vzhledem k i -tému kritériu stanovíme na základě vztahu:

$$h_i^j = m + 1 - p_i^j \quad (3-2)$$

kde:

m počet variant,

p_i^j pořadí j -té varianty vzhledem k i -tému kritériu.

Na základě tohoto vztahu lze říci, že hodnoty nejlepších variant z hlediska jednotlivých kritérií budou mít hodnotu odpovídající počtu kritérií. Například, když budeme mít soubor hodnocení, který bude zahrnovat 5 variant, tak nejlepší varianta bude mít hodnotu 5 určenou podle vztahu 3-2. To znamená, že dílčí ohodnocení bude $5+1-1=5$. Naopak dílčí hodnocení nejhorší varianty bude $5+1-5=1$.

Jak je zřejmé, tak tato metoda je využitelná spíše k hrubému odhadu. A to hlavně z toho důvodu, že dílčí ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím vychází pouze z pořadí jednotlivých variant vzhledem k těmto kritériím. V tomto hodnocení se vůbec neprojeví rozdíly mezi hodnotami kritérií. Proto je tato metoda vhodná spíše pro soubory hodnocení s kritérii kvalitativního charakteru. V případě převahy kritérií kvantitativního charakteru tuto metodu využijeme spíše pro hrubou orientaci v preferencích daného souboru hodnocení. (4)

Příklad použití:

Opět si uvedeme postup této metody na ilustrativním příkladu. Vyjdeme z příkladů, které jsou uvedeny v kapitole stanovení vah kritérií. To znamená, že kritéria jsou:

- K_1 - počet zaměstnanců v oblasti fyzické ochrany,
- K_2 - instalace detektorů perimetrické ochrany,
- K_3 - školení zaměstnanců v oblasti BOZP,
- K_4 - stupeň zabezpečení PZS,
- K_5 - způsob identifikace přístupového systému.

Kritéria K_1 , K_3 a K_4 mají kvantitativní charakter. To znamená, že je lze vyjádřit číselnou hodnotou. Kritéria K_2 a K_5 jsou kvalitativního charakteru. Proto si nejdříve určíme stupnici, na základě které budeme tyto kritéria hodnotit. Pro kritérium K_2 (instalace detektorů perimetrické ochrany) jsou stupně následující:

- Stupeň A: Objekt je střežen více jak 2 perimetrickými systémy nebo detektory.
- Stupeň B: Objekt je střežen maximálně 2 perimetrickými systémy nebo detektory.
- Stupeň C: V objektu není instalovaný žádný perimetrický systém nebo detektory.

A pro kritérium K_5 (způsob identifikace přístupového systému) stanovíme stupně následovně:

- Stupeň A: V objektu je instalovaný přístupový systém s kombinací více identifikačních metod.
- Stupeň B: V objektu je instalovaný přístupový systém s 1 identifikační metodou.
- Stupeň C: V objektu není instalovaný přístupový systém.

Poté si stanovíme 5 variant, které budeme posuzovat. Váhy kritérií byly stanoveny Saatyho metodou. Následující tabulka ilustruje hodnoty variant pro hodnocení.

Tab. 11 Hodnoty variant pro ilustrativní příklady použití metod

Kritéria			Varianty				
Název	Jednotka	Váhy kritérií	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
K_1	počet zaměstnanců	0,15	4	3	5	2	3
K_2	---	0,07	A	B	C	C	B
K_3	rok	0,03	0,5	2,0	1,0	1,0	2,0
K_4	stupeň zabezpečení	0,55	4	3	2	2	3
K_5	---	0,20	A	B	C	B	A

Ted' přistoupíme k metodě váženého pořadí. Nejdříve stanovíme pořadí jednotlivých variant pro každé kritérium. V případě, že jsou hodnoty dvou variant pro určité kritérium stejné, tak bude hodnota pořadí například 1,5. To bude znamenat, že kritéria se dělí o 1. a 2. místo v pořadí. Poté stanovíme dílčí hodnocení variant dle vztahu 3-2. Celkové hodnocení variant se určí podle vztahu 3-1. Vypočtené hodnoty pak ilustruje Tab. 12.

Tab. 12 Použití metody váženého pořadí

Kritéria		Varianty									
Název	Váhy kritérií	M ₁		M ₂		M ₃		M ₄		M ₅	
		p _i	h _i	p _i	h _i	p _i	h _i	p _i	h _i	p _i	h _i
K ₁	0,15	2	4	3,5	2,5	1	5	5	1	3,5	2,5
K ₂	0,07	1	5	2,5	3,5	4,5	1,5	4,5	1,5	2,5	3,5
K ₃	0,03	1	5	4,5	1,5	2,5	3,5	2,5	3,5	4,5	1,5
K ₄	0,55	1	5	2,5	3,5	4,5	1,5	4,5	1,5	2,5	3,5
K ₅	0,20	1,5	4,5	3,5	2,5	5	1	3,5	2,5	1,5	4,5
Celkové ohodnocení		4,75		3,09		1,99		1,69		3,49	
Pořadí		1.		3.		4.		5.		2.	

3.2.2 Metoda založená na přímém stanovení dílčích hodnocení

V této metodě určuje dílčí hodnoty variant vzhledem k jednotlivým kritériím přímo hodnotitel. Hodnocení se provádí tak, že se přiřadí počet bodů z předem zvolené bodové stupnice. Využívá se bodová stupnice se škálou 10 bodů (1, 2, ..., 10). Pro přesnější určení hodnot variant se může využít stobodová stupnice (1, 2, ..., 100). Nejmenší hodnota (tj. 1 bod) odpovídá nejhorší variantě vzhledem k jednotlivým kritériím. Naopak 10 resp. 100 bodů označuje nejlepší variantu vzhledem k jednotlivým kritériím. Hodnotitel přiřazením počtu bodů určuje své preference variant vzhledem k jednotlivým kritériím. Počet bodů v podstatě určuje důsledky variant vzhledem k jednotlivým kritériím hodnocení. (4)

Výhodou této metody je to, že hodnotitel zvláště při použití stobodové stupnice může lépe reagovat na vztahy mezi jednotlivými variantami. Její nevýhodou pro hodnotitele je vyšší náročnost samotného hodnocení. Kvalita celého hodnocení proto závisí i na kvalitě a odbornosti hodnotitele. Tato metoda je z tohoto důvodu značně subjektivní. Ale to nám v každém souboru hodnocení nemusí vadit.

Příklad použití:

Pro ilustrativní příklad použijeme opět tabulku 11, která popisuje hodnoty jednotlivých variant. Každou variantu vzhledem k jednotlivým kritériím ohodnotíme počtem bodů ze zvolené stupnice. Bodová stupnice byla zvolena desetistupňová. To znamená, že budeme přiřazovat body od 1 do 10 dle preferencí variant vzhledem k jednotlivým kritériím. Celkové ohodnocení jednotlivých variant pak stanovíme dle vztahu 3-1. To znamená, že se určí vážený součet dílčích ohodnocení a vah kritérií. Výsledky této metody ilustruje Tab. 13.

Tab. 13 Použití metody založené na přímém stanovení dílčích hodnocení

Kritéria		Varianty				
Název	Váhy kritérií	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅
K ₁	0,15	7	6	10	3	5
K ₂	0,07	9	8	5	4	7
K ₃	0,03	10	7	9	8	7
K ₄	0,55	9	7	4	5	7
K ₅	0,20	10	5	2	4	10
Celkové ohodnocení		18,38	6,52	4,72	4,52	7,30
Pořadí		1.	3.	4.	5.	2.

3.2.3 Metoda lineárních dílčích funkcí užítku

Tuto metodu aplikujeme rozdílně podle povahy jednotlivých kritérií. Záleží na tom, jestli máme kvalitativní nebo kvantitativní charakter kritérií. V případě převahy kvalitativních kritérií se stanoví dílčí hodnocení stejně jako v předchozí metodě. To znamená, že přiřazujeme body jednotlivým kritériím z předem dané bodové stupnice, která je 10 bodová nebo 100 bodová. Dílčí hodnocení u kvantitativních kritérií se určuje na základě předpokladu, že dílčí užtkové funkce příslušných kritérií mají lineární průběh. Tyto funkce se určí tak, že nejhorší hodnotě každého kritéria se přiřadí dílčí užitek 0 a nejlepší hodnotě každého kritéria přiřadíme hodnotu 1. Spojnice těchto bodů pak zobrazují lineární dílčí funkce užítku. (4)

Dílčí ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kvantitativním kritériím odečteme z grafu nebo určíme dle vztahu:

$$h_i^j = \frac{x_i^j - x_i^0}{x_i^* - x_i^0} \quad (3-3)$$

kde:

x_i^j hodnota j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu,

x_i^0 nejhorší hodnota pro dané kritérium,

x_i^* nejlepší hodnota pro dané kritérium.

Výhodou této metody je to, že se značně snižuje subjektivita určování dílčích hodnocení variant pro kvantitativní kritéria. Pouze kvalitativní kritéria určujeme subjektivně. To znamená, že hodnotitel přímo přiřazuje počet bodů pro jednotlivá kritéria.

Příklad použití:

Pro ilustraci této metody opět využijeme Tab. 11 s hodnotami jednotlivých variant. Nejprve si určíme definiční obory dílčích funkcí užitku pro jednotlivá kritéria. To znamená, že se stanoví nejlepší a nejhorší hodnota jednotlivých kritérií pro soubor variant. To provedeme pro kvantitativní kritéria K_1 , K_3 a K_4 . Kritéria K_2 a K_5 jsou kvalitativního charakteru, proto se jeho dílčí ohodnocení určí přímo jako u předchozí metody. Dále se zjistí dílčí ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím dle vztahu 3-3. Nejlepší variantě pro dané kritérium se přiřadí 1 a nejhorší variantě 0. Celkové hodnocení jednotlivých variant se pak vypočítá jako vážený součet dílčích ohodnocení a vah kritérií pro každou variantu. Výsledky popisuje Tab. 14.

Tab. 14 Použití metody lineárních dílčích funkcí užitku

Kritéria		Varianty						
Název	Váhy kritérií	x_i^0	x_i^*	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
K_1	0,15	2	5	0,67	0,33	1,00	0,00	0,33
K_2	0,07	---	---	0,90	0,80	0,50	0,40	0,70
K_3	0,03	2	0,5	1,00	0,00	0,67	0,67	0,00
K_4	0,55	2	4	1,00	0,50	0,00	0,00	0,50
K_5	0,20	---	---	1,00	0,50	0,20	0,40	1,00
Celkové ohodnocení				0,944	0,481	0,245	0,128	0,574
Pořadí				1.	3.	4.	5.	2.

3.2.4 Metoda bazické varianty

Poslední metodou zařazenou do této kategorie jednoduchých technik je metoda bazické varianty. Dílčí hodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím u této metody se stanovuje tak, že se porovnávají důsledky hodnot variant s hodnotami tzv. bazické varianty. Bazickou variantu lze chápat dvěma způsoby. Lze ji chápat tak, že se jedná o variantu, která dosahuje nejlepších hodnot kritérií ze souboru variant. Druhý pohled říká, že jde o variantu, která nabývá požadovaných a předem stanovených hodnot. Někdy je označována jako standard, ideál nebo etalon. (2)

Dílčí ohodnocení variant pak stanovíme na základě dvou vztahů. Vztah 3-4 se využívá pro určení dílčích ohodnocení pro kritéria výnosového typu.

$$h_i^j = \frac{x_i^j}{x_i^b} \quad (3-4)$$

Vztah 3-5 se aplikuje při určování dílčích hodnocení pro kritéria nákladového typu.

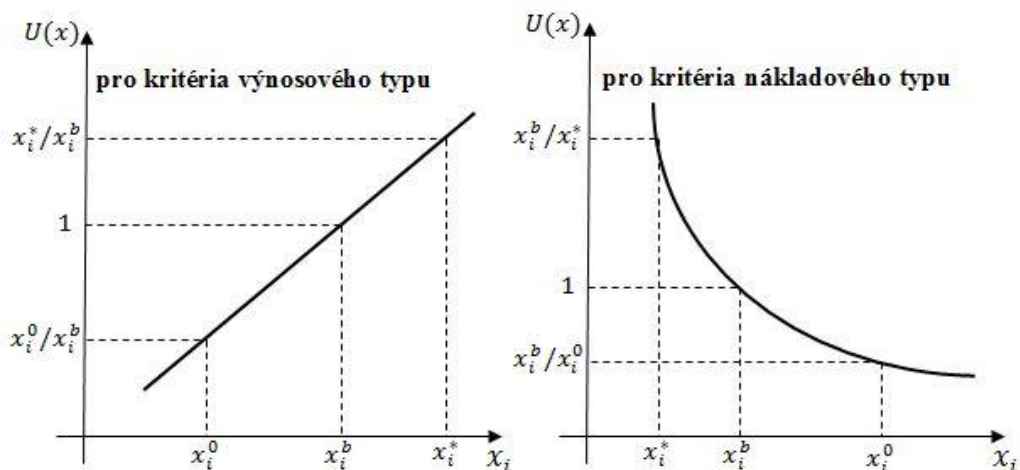
$$h_i^j = \frac{x_i^b}{x_i^j} \quad (3-5)$$

kde:

x_i^j hodnota j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu,

x_i^b hodnota bazické varianty vzhledem k i-tému kritériu.

Z uvedených vztahů plyne, že dílčí funkce užitku pro výnosová kritéria mají lineární průběh. Dají se zobrazit přímkami. Dílčí funkce užitku pro nákladová kritéria mají tvar hyperbol s definičním oborem $\langle x_i^*, x_i^0 \rangle$. Z principu metody bazické varianty plyne, že nejlépe bude aplikovatelná na soubory hodnocení s převažujícími kvantitativními kritérii. (2)



Obr. 6 Dílčí funkce užitku metody bazické varianty

Příklad použití:

Pro metodu bazické varianty opět jako podklad použijeme Tab. 11 s hodnotami jednotlivých variant. Nejprve si určíme hodnotu bazické varianty pro každé kritérium ze souboru hodnocení. To znamená, že vybereme nejlepší hodnotu z daných variant pro každé kritérium. Poté je důležité zjistit, která kritéria jsou kvantitativní (K_1 , K_3 a K_4) a která jsou kvalitativní (K_2 , K_5). Kvantitativní kritéria ještě rozdělíme na kritéria výnosového typu (K_1 , K_4) a nákladového typu (K_3). Dílčí ohodnocení variant kvalitativních kritérií určíme přímo jako u předešlé metody. Pro určení dílčího ohodnocení variant kvantitativních kritérií využijeme vztah 3-4 nebo 3-5 podle toho, jestli se jedná o výnosové nebo nákladové kritérium. Celkové ohodnocení se vypočítá stejně jako u předešlých metod dle vztahu 3-1. Hodnoty určené touto metodou pro ilustrativní příklad udává Tab. 15.

Tab. 15 Použití metody bazické varianty

Kritéria		Varianty					
Název	Váhy kritérií	x_i^b	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
K_1	0,15	5	0,80	0,60	1,00	0,40	0,60
K_2	0,07	---	0,90	0,80	0,50	0,40	0,70
K_3	0,03	0,5	1,00	0,25	0,50	0,50	0,25
K_4	0,55	4	1,00	0,75	0,50	0,50	0,75
K_5	0,20	---	1,00	0,50	0,20	0,40	1,00
Celkové ohodnocení			0,963	0,666	0,515	0,458	0,759
Pořadí			1.	3.	4.	5.	2.

3.3 Metody založené na párovém srovnávání variant

Techniky zařazené do této skupiny metod multikriteriálního hodnocení mají společný znak. Informace o preferenčním pořadí vychází ze srovnávání jednotlivých variant vzhledem k jednotlivým kritériím ze souboru hodnocení. Na rozdíl od jednoduchých metod stanovení hodnoty variant jsou metody založené na párovém srovnávání vhodné spíše pro soubory hodnocení s kvalitativními kritérii nebo tyto kritéria převažují. Do této skupiny metod se řadí Saatyho metoda a metody založené na prázích citlivosti. Metod založených na prázích citlivosti je řada. Jejich výpočty jsou většinou rozsáhlé a je nutné použít softwarové vybavení. Z tohoto důvodu rozeberu z této skupiny metod jen Saatyho metodu.

3.3.1 Saatyho metoda

Saatyho metoda vychází opět z funkce užitku. V kapitole 2.2.2 byl uveden postup stanovení vah touto metodou. Saatyho metoda pro multikriteriální hodnocení variant je analogická jen s tím rozdílem, že pro srovnávání se nepoužívají kritéria, ale varianty rozhodování. Pro každé kritérium se vytvoří Saatyho matice, která je dána párovým srovnáváním variant. Určují se velikosti preferencí jednotlivých dvojic variant pro každé kritérium samostatně. Velikosti preferencí můžeme určit na základě Tab. 6 - Saatyho bodová stupnice s deskriptory. Ale stejně jako u stanovení vah kritérií se setkáváme s problémem, že deskriptory mohou být nejednoznačné, proto spíše využíváme jiný postup. Nejprve se varianty uspořádají podle jejich výhodnosti z hlediska hodnoceného kritéria. Poté se určí rozsah bodové stupnice pro hodnocení variant. Respektive se posoudí, kolikrát je nejpreferovanější varianta výhodnější než varianta s nejmenší preferencí. Posledním krokem je pak odhad poměrů dílčích hodnocení pro jednotlivé varianty. (2)

Prvky s_{ij} Saatyho matice představují odhady poměrů dílčích ohodnocení i -té a j -té varianty vzhledem k jednotlivým kritériím. Následující postup už je stejný jako u stanovení vah kritérií touto metodou (viz. kapitola 2.2.2). Celkové hodnocení variant se pak vypočítá podle vztahu 3-1 jako u předešlých metod.

Příklad použití:

Pro ilustraci opět použijeme hodnoty variant uvedené v Tab. 11. Nebudu uvádět celý příklad, ale vytvořím Saatyho matice pouze pro kritéria K_2 , K_3 a K_4 . Kritérium K_2 (instalace detektorů perimetrické ochrany) je kvalitativní povahy. To znamená, že preference jednotlivých variant určí hodnotitel sám. Přímě přiřadí počet bodů

ze zvolené pětibodové stupnice. Poté se vypočítá geometrický průměr. To znamená, že vytvoříme 5. odmocninu ze součinu jednotlivých hodnot na řádku. Na závěr hodnoty geometrického průměru znormujeme.

Tab. 16 Saatyho matice pro stanovení dílčích hodnocení variant vzhledem ke kritériu K_2

Varianta	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	Geometrický průměr	Dílčí ohodnocení
M_1	1	2	5	5	2	1,72	0,24
M_2	0,5	1	2,5	2,5	1	1,50	0,21
M_3	0,2	0,4	1	1	0,4	1,25	0,17
M_4	0,2	0,4	1	1	0,4	1,25	0,17
M_5	0,5	1	2,5	2,5	1	1,50	0,21

Kritérium K_3 (časový interval školení BOZP) je kvantitativní povahy a nákladového typu. U nákladových kritérií se jednotlivé hodnoty v matici určí jako poměry hodnot jednotlivých variant mezi sebou. Opět vypočítáme geometrický průměr a hodnoty znormujeme.

Tab. 17 Saatyho matice pro stanovení dílčích hodnocení variant vzhledem ke kritériu K_3

Varianta	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	Geometrický průměr	Dílčí ohodnocení
M_1	1	4	2	2	4	1,67	0,24
M_2	0,25	1	0,5	0,5	1	1,27	0,18
M_3	0,5	2	1	1	2	1,45	0,20
M_4	0,5	2	1	1	2	1,45	0,20
M_5	0,25	1	0,5	0,5	1	1,27	0,18

Kritérium K_4 je kvantitativní povahy a výnosového typu. U těchto kritérií stačí znormovat důsledky jednotlivých variant vzhledem k těmto kritériím. Například celkové hodnocení varianty M_1 je dáno vztahem $H^{M_1} = 4 / (4+3+2+2+3) = 0,29$. Takto vypočítané výsledky ilustruje Tab. 18.

Tab. 18 Tabulka pro stanovení dílčích hodnocení variant vzhledem ke kritériu K_4

Varianty	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
Dílčí ohodnocení	0,30	0,21	0,14	0,14	0,21

Celkové ohodnocení variant by se stanovilo stejně jako u jednoduchých metod stanovení variant. To znamená, že se určí vážený součet dílčích ohodnocení s tím, že váhy kritérií by se stanovily Saatyho metodou.

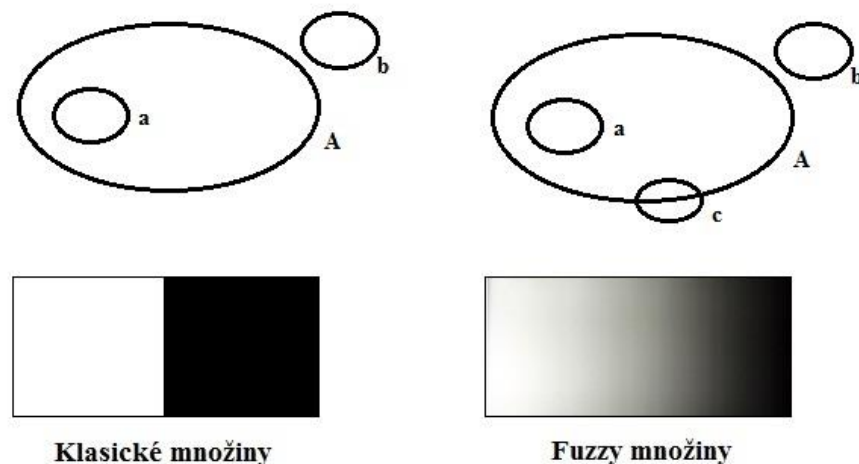
Dílčí závěr:

V této kapitole byly rozebrány metody multikriteriálního hodnocení variant. Jejich společným znakem je jejich srozumitelnost a nenáročná aplikace pro hodnotitele. Tyto metody nevyžadují velké množství informací od uživatele. Všechny metody zařazené do této kapitoly mají společnou vlastnost. Jejich celkové ohodnocení variant se provádí na základě váženého součtu dílčích hodnocení vzhledem k jednotlivým kritériím. Liší se právě ve způsobu určování těchto dílčích hodnocení.

Metoda váženého pořadí se spíše aplikuje na kritéria kvalitativní povahy. Její nevýhodou je použití pro kvantitativní kritéria, protože neodráží rozdíly mezi hodnotami těchto kritérií. Metoda přímého stanovení dílčích ohodnocení je vhodná pro kvalitativní i kvantitativní kritéria. Jejím nedostatek však je značná subjektivita a náročnost z pohledu hodnotitele. Metodu lineárních dílčích funkcí užitku lze aplikovat na kritéria kvantitativní i kvalitativní povahy. Jejím omezením je předpoklad linearitu dílčích funkcí užitku. To znamená, že při hodnocení vycházíme z toho, že všechny hodnoty jsou prvky přímky. Aplikace metody bazické varianty je vhodná pro kvantitativní kritéria. Předpokladem pro použití této metody je to, že dílčí funkce užitku pro výnosová kritéria má lineární průběh a pro kritéria nákladová nelineární průběh přesněji tvar hyperboly. Saatyho metoda je založena na párovém srovnávání variant. Její nejvýhodnější použití je pro kvalitativní kritéria. Ale snadno ji aplikujeme i na kvantitativní kritéria výnosového i nákladového typu. Jen způsob určení dílčích ohodnocení je částečně odlišný.

4 FUZZY LOGIKA

V klasické teorii množin prvek do množiny patří nebo nepatří. To znamená, že prvek podléhá úplnému členství v množině nebo nemá žádné členství v množině. I v binární logice se setkáváme s hodnotou 1, která označuje pravdu a s hodnotou 0, která naopak udává nepravdu. I v reálném světě se většinou neseťkáme s tím, že by něco odpovídalo jen binárním hranicím označeným jedničkou a nulou. Z tohoto důvodu zavádíme tzv. fuzzy množiny. Slovo fuzzy znamená v anglickém jazyce „mlhavý, neostrý, nejasný, neurčitý“. Fuzzy logika v podstatě reaguje na neurčitost a nepřesnost v realitě. Snaží se jí popsat a umožňuje matematicky vyjádřit, jakým množstvím prvek do množiny patří. Graficky lze vyjádřit princip fuzzy množin na Obr. 6. To znamená, že u klasické binární logiky rozeznáváme pouze černou a bílou barvu. U fuzzy logiky předpokládáme i to, že mezi černou a bílou barvou jsou odstíny šedé.



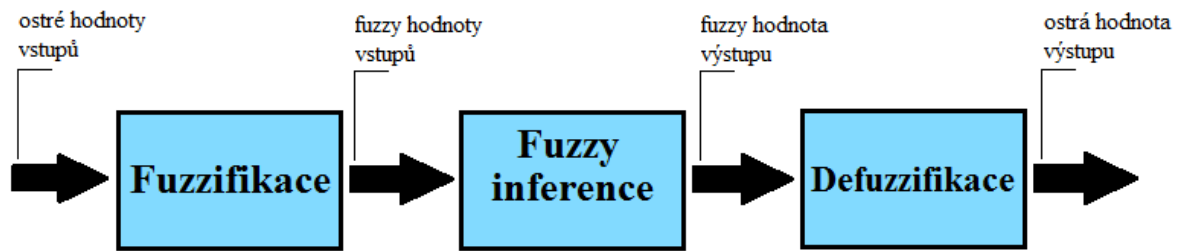
Obr. 7 Grafické znázornění fuzzy množin

4.1 Struktura systému fuzzy logiky

Fuzzy logika je matematický obor, který lze zařadit pod matematickou logiku. Princip systému fuzzy logiky je založený na převodu ostrých hodnot vstupů na fuzzy hodnoty, které se tímto systémem zpracují, a výsledkem je ostrá hodnota výstupu. Struktura systému fuzzy logiky vychází z algoritmu a postupu, který probíhá ve třech krocích:

- fuzzifikace,
- fuzzy inference,

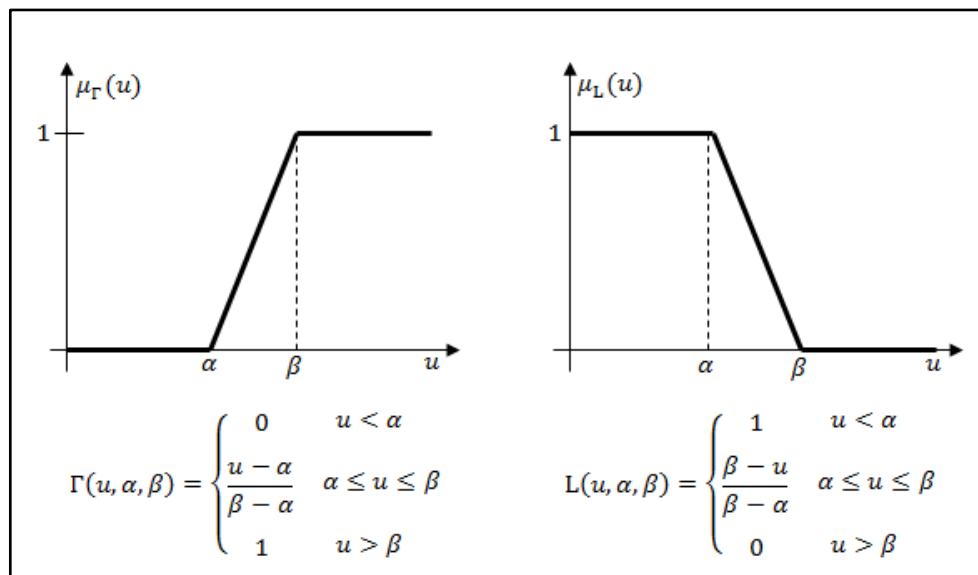
- defuzzifikace.



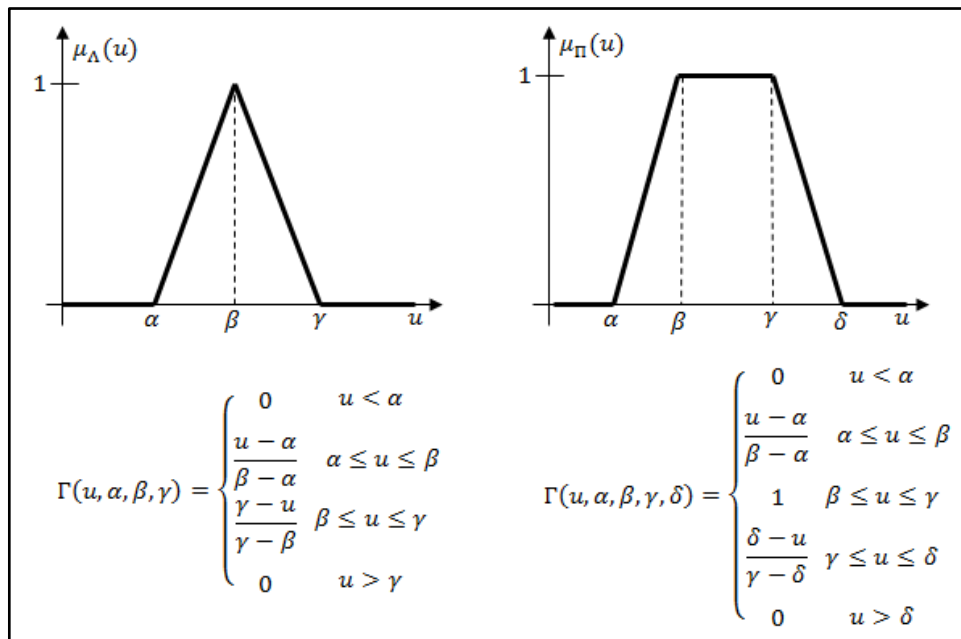
Obr. 8 Struktura systému fuzzy logiky

4.1.1 Fuzzifikace

Cílem tohoto kroku je transformace reálných proměnných na jazykovou proměnnou. Definice jazykové proměnné vychází z povahy jednotlivých kritérií. Například u rizika to mohou být atributy „nízké, střední, vysoké“. Počet atributů se pohybuje okolo tří až sedmi. Míra členství atributů proměnné v množině se obvykle určuje na základě matematického popisu funkcí. Využívají se tzv. funkce příslušnosti, které se přiřazují jednotlivým kritériím. Tyto funkce jsou sestavené z lomených přímk (Obr. 9 a Obr. 10).



Obr. 9 Průběh a definice Γ -funkce a L -funkce (6)

Obr. 10 Průběh a definice Λ -funkce a Π -funkce (6)

4.1.2 Fuzzy inference

Tento krok popisuje chování systému pomocí pravidel typu <když>, <potom> na jazykové úrovni. Pro algoritmy fuzzy inference se používají podmínkové věty. Každá podmínková věta s konkrétními atributy definuje jedno pravidlo pro fuzzy inferenci. Důležité je stanovení správných kombinací pravidel <když> a <potom>. Tyto podmínkové věty si stanovuje hodnotitel sám. Proto může být tento krok fuzzy logiky značně subjektivní. Výsledkem fuzzy inference je jazyková proměnná. Například se může jednat o tvrzení, zdali investici provést či nikoliv.

4.1.3 Defuzzifikace

Krok defuzzifikace převádí výsledky získané z fuzzy inference na reálné hodnoty. Jejím cílem je převedení fuzzy hodnoty výstupní proměnné tak, aby slovně co nejlépe reprezentovala výsledek fuzzy výpočtu. Pro defuzzifikace lze využít několik metod, které budou nastíněny. Jedná se o tyto metody:

- Metoda středu těžiště (COG) – jedná se o metodu, jejíž ostrá hodnota veličiny je určena jako souřadnice těžiště. Tento postup bývá časově náročný.
- Metoda středu součtů (COS) – jde o modifikaci metody těžiště. Nejprve se určí součet funkčních hodnot funkcí příslušnosti od všech pravidel a poté je určeno těžiště.

- Metoda průměru středů (CAM) – tato metoda uvažuje špičkové hodnoty (středny) každé fuzzy množiny, které jsou zváženy výškou patřičné fuzzy množiny. To se provádí pro každé pravidlo. Výsledné hodnoty jsou pak dány jako vážený součet špičkových hodnot.
- Metoda prvního maxima (FoM) – výslednou hodnotu určíme jako nejmenší hodnotu ze všech hodnot, která má maximální stupeň příslušnosti v defuzzifikované fuzzy množině.
- Metoda posledního maxima (LoM) – jedná se o alternativní verzi předchozí metody. Jako výsledná hodnota se bere největší hodnota ze všech hodnot s ohledem na maximální stupeň příslušnosti.
- Metoda středu maxima (MoM) – výsledek této metody se stanoví jako aritmetický průměr hodnot metody prvního a posledního maxima. (6)

Příklad použití:

Pro ilustraci fuzzy logiky opět vyjdeme z typového příkladu uvedeného v 3. kapitole. To znamená, že kritéria budou tyto:

- K_1 - počet zaměstnanců v oblasti fyzické ochrany,
- K_2 - instalace detektorů perimetrické ochrany,
- K_3 - školení zaměstnanců v oblasti BOZP,
- K_4 - stupeň zabezpečení PZS,
- K_5 - způsob identifikace přístupového systému.

Jako podklad pro hodnocení jednotlivých variant využijeme následující tabulku s hodnotami pěti vybraných variant.

Tab. 19 Hodnoty variant pro ilustrativní příklad fuzzy logiky

Kritéria		Varianty				
Název	Jednotka	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
K_1	počet zaměstnanců	4	3	5	2	3
K_2	počet systémů	> 2	< 2	žádný	žádný	< 2
K_3	rok	0,5	2,0	1,0	1,0	2,0
K_4	stupeň zabezpečení	4	3	2	2	3
K_5	počet identifikačních metod	> 1	< 1	žádný	< 1	> 1

Prvním krokem je vytvoření popisné vstupní matice. Jedná se o stanovení vlastností neboli kritérií, na základě kterých budeme hodnotit. Tyto vlastnosti zpravidla obsahují 3 až 7 atributů. Pro náš ilustrativní příklad je popisná vstupní matice vyjádřena Tab. 20.

Tab. 20 Popisná vstupní matice

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
1	1	žádný	0,5	1	žádný
2	2	< 2	1,0	2	< 1
3	3	> 2	1,5	3	> 1
4	4		2,0	4	
5	5				

Poté se vytvoří transformační matice. Ta v podstatě popisuje preference hodnotitele jednotlivých hodnot kritérií. Hodnotitel přiřazuje hodnoty na základě svých preferencí. V případě, že hodnotitel chce některé kritérium upřednostnit, tak mu přiřadí větší hodnotu.

Tab. 21 Transformační matice

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
1	3	5	10	10	10
2	6	10	8	20	20
3	10	15	5	30	30
4	15		3	40	
5	20				
Maximum	20	15	10	40	30

Dále se přejde k samotnému hodnocení variant. Pro každou variantu se vytvoří vstupní stavová matice, která slouží jako podklad pro výsledný výpočet hodnot. Výsledné hodnoty se stanovují jako skalární součin mezi transformační maticí a vstupní stavovou maticí pro příslušnou variantu.

Tab. 22 Vstupní stavová matice pro variantu M_1

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
1	0	0	1	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	1
4	1		0	1	
5	0				

Výsledná hodnota pro variantu M_1 se teda vypočítá jako $M_1 = 15+15+10+40+30 = 110$

Pro další varianty uvedu už jen výsledky hodnot bez vstupních stavových matic.

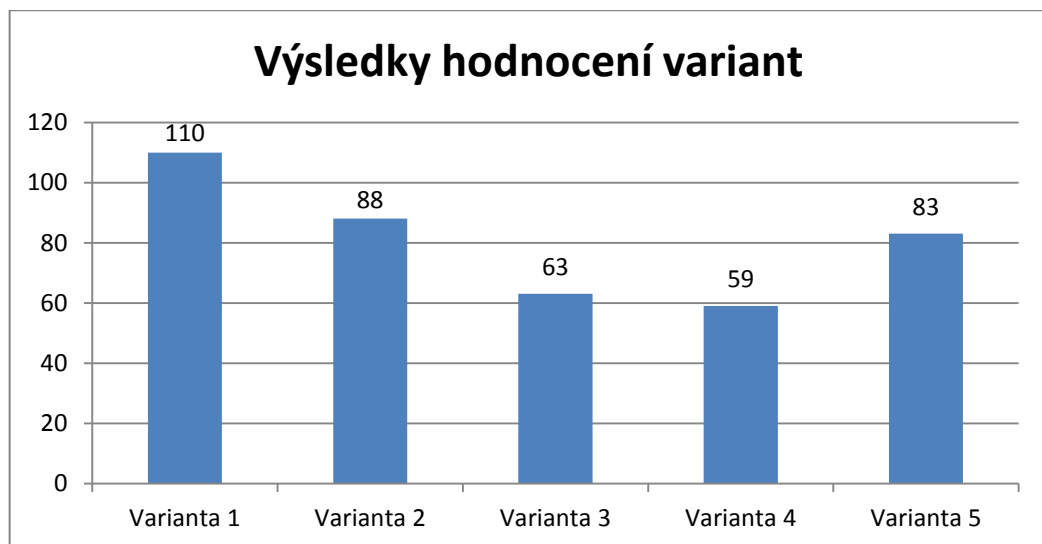
$$M_2 = 15+10+3+30+20 = 88$$

$$M_3 = 20+5+8+20+10 = 63$$

$$M_4 = 6+5+8+20+20 = 59$$

$$M_5 = 10+10+3+30+30 = 83$$

Výsledné hodnoty lze pro přehlednost uvést v grafu (Obr. 11).



Obr. 11 Graf výsledků ilustrativního příkladu fuzzy logiky

Dílčí závěr:

Fuzzy logika je speciální podobor matematické logiky, který lze aplikovat na rozhodovací problémy v jakékoliv oblasti. Na základě jeho principu a algoritmu ho lze zařadit mezi multikriteriální metody hodnocení. Mezi výhody fuzzy logiky patří její aplikovatelnost v praxi. Řada problémů z různých oblastí nenabývá pouze dvou stavů

pravdivosti ano nebo ne, ale jejich hodnoty pravdivosti jsou určeny neostrými pojmy. To znamená, že pro fuzzy logiku se využívá celý interval od 0 do 1. Za nevýhodu lze považovat značné subjektivní hodnocení hodnotitele a náročnost provádění samotného algoritmu pro hodnotitele. Fuzzy logika se uplatňuje v řadě aplikací. Například lze zmínit robotické systémy nebo vyhodnocovací logiku digitálních fotoaparátů.

5 VYUŽITÍ METOD MULTIKRITERIÁLNÍHO HODNOCENÍ

Metody multikriteriálního hodnocení lze aplikovat na různé problémy a oblasti. V bezpečnostní praxi může být takový nástroj důležitým prvkem při rozhodování. V řadě problémů je důležité se správně rozhodnout a nevyužívat jen intuici a instinkt. Na to nám právě poslouží metody multikriteriálního hodnocení. Za pomoci ohodnocení lze problém detailně popsat a na základě toho se správně orientovat v daném problému. V bezpečnostní praxi mohou metody multikriteriálního hodnocení využít pracovníci zodpovědní za oblast integrovaného záchranného systému (IZS), bezpečnostní manažeři, pracovníci v oblasti krizového řízení a také lidé podílející se na ochraně majetku a osob.

5.1 Oblast pro integrovaný záchranný systém

Složky integrovaného záchranného systému primárně slouží k ochraně života a zdraví osob. Až jejich sekundární funkce je ochrana majetku. Právě z důvodu ochrany života a zdraví osob je potřebné se na tuto oblast zaměřit. Metody multikriteriálního hodnocení mohou využít jak vedoucí pracovníci v těchto oblastech, tak i podřízení zaměstnanci. V rámci integrovaného záchranného systému se tyto metody spíše využijí jako podklady pro plánování. V případě řešení konkrétní mimořádné situace není čas na provádění výpočtů těchto metod. Právě proto lze tyto metody využít předem pro modelové situace. V této podkapitole budou popsány tyto případy:

- rozsah zasahujících složek IZS,
- vytváření typových činností,
- výběr pracovníků v oblasti IZS,
- stanovení objízdnych tras,
- dotazníkové šetření jako podklad pro opatření a obnovu,
- nákup techniky a vybavení.

5.1.1 Rozsah zasahujících složek IZS

Účelem použití v tomto případě je správné nasazení počtu zasahujících vozidel a pracovníků při řešení mimořádných událostí (MU), likvidačních a záchranných prací a při udržování veřejného pořádku. Tento případ se vztahuje na všechny základní složky IZS. V podstatě jde o to, zpracovat si modelové případy a na základě těchto materiálů se v případě vzniku této situace rozhodnout. Pracovník operačního a informačního střediska pak přesně ví, jaký počet a druh techniky v případě zásahu vyslat na místo vzniklé situace.

Důležité je zvolit správná kritéria. V případě použití pro dopravní nehodu se jedná například o kritéria: rozsah požáru, počet zraněných osob, počet havarovaných vozidel, dojezdová vzdálenost k místu nehody, vzdálenost vodních toků od nehody, stupeň hustoty provozu, meteorologická předpověď a podobně. Na základě těchto kritérií ohodnotíme situaci a na základě výstupních hodnot rozhodneme o rozsahu zasahujících prostředků a sil.

Výstup: Tabulka s hodnotami popisující různé modelové situace, na základě kterých se stanoví rozsah zasahujících složek IZS.

5.1.2 Vytváření typových činností

Účel v tomto případě je jasný. Multikriteriální metody nám poslouží pro posouzení, jestli řešení konkrétního typu MU má být vydáno jako nová typová činnost, popřípadě z více řešení MU vybereme tu nejpotřebnější. V současné době je vydáno 12 typových činností a lze je pořád rozšiřovat o další. Při vytváření nové typové činnosti je nejprve nutné zvolit náplň této typové činnosti. Rozhodovat se můžeme například na základě těchto kritérií: počet zasažených osob, plocha zasaženého území, věková skupina osob, rozsah škody v případě vzniku situace, rozsah zasahujících složek IZS a jiných organizací a další kritéria. Dále lze multikriteriální metody využít při sestavování typové činnosti. Například při stanovení konkrétního postupu zasahujících složek, prioritách třídění raněných a poskytování první pomoci a podobně.

Výstup: Tabulka s hodnotami pro různé varianty potenciálních typových činností, na základě kterých se vybere ta nejpotřebnější.

5.1.3 Výběr pracovníků v oblasti IZS

V oblasti IZS je důležitá i personální stránka. Pro efektivní činnost IZS je důležité vybrat pracovníky se správným profilem. Účelem této metody je teda obsazení pozic v oblasti IZS správnými a kvalifikovanými pracovníky. Pro tuto oblast lze například vybrat tyto kritéria: věk uchazeče, zkušenosti v oboru, dosažené vzdělání, povahové a charakterové rysy, zdravotní způsobilost a další kritéria. Multikriteriální metody hodnocení v tomto případě lze aplikovat dvěma způsoby. Jedním z nich je pomůcka pro výběr pracovníků, kteří budou pozváni k pohovoru. V podstatě si stanovíme konkrétní hodnotu variant, která bude udávat hranici pro postup kandidáta k pohovoru. Druhým způsobem lze chápat samotný výběr jediného kandidáta. Funkční pracovní místo má dané

přesné hodnoty kritérií, které musí uchazeč splňovat. To znamená, že na základě posouzení hodnot kritérií se vybere kandidát, jehož hodnoty se shodují právě s hodnotami tohoto funkčního pracovního místa.

Výstup: Tabulka s hodnotami pro různé kandidáty přihlášené k výběrovému řízení. Na základě těchto hodnot se provede výběr vhodného uchazeče.

5.1.4 Stanovení objízdných tras

V případě vzniku mimořádné události má Policie ČR často za úkol řídit dopravu a odklánět ji mimo zasažené místo. Může se jednat o situaci povodní, rozsáhlého požáru, chemickou havárii, dopravní nehodu a podobně. V případě vzniku těchto mimořádných událostí je většinou důležité místo uzavřít a zamezit volný pohyb osob a vozidel na tomto místě. Účelem aplikace multikriteriálních metod hodnocení v tomto případě je stanovení objízdných tras, zajištění plynulosti provozu a odklon dopravy mimo vznik mimořádné události. Kritéria pro tento případ lze stanovit tyto: délka objízdné trasy, počet obcí na objízdné trase, kategorie pozemní komunikace a podobně. Poté se pro jednotlivá kritéria stanoví jejich váhy a provede se ohodnocení jednotlivých variant objízdných tras pomocí multikriteriálních metod.

Výstup: Tabulka s hodnotami pro varianty objízdných tras. Na základě těchto hodnot se provede optimalizace.

5.1.5 Dotazníkové šetření jako podklad pro opatření a obnovu

V mnoha případech lze využít dotazníkové šetření od zaměstnanců nebo osob, které přímo zasahují do chodu firmy nebo organizace. Účelem použití multikriteriálních metod v tomto případě je především vyhodnocení dotazníků od zaměstnanců nebo jiných zúčastněných osob a následné provedení opatření. Nejprve se vytvoří dotazníkové šetření. V tomto případě lze multikriteriální metody využít na zvolení správných otázek a sestavení celého dotazníku. Dále se dotazník vyhodnotí a stanoví se kritéria, na základě kterých lze ohodnotit jednotlivé varianty a následně provést opatření a obnovu. Následná opatření lze provést i bez dotazníkového šetření. V tomto případě nebudeme reagovat na názor zaměstnanců, ale vyhodnotíme současný stav konkrétní oblasti a ohodnotíme ho na základě multikriteriálních metod hodnocení. Podle výsledných hodnot se rozhodneme, zdali opatření a obnovovací práce provedeme a v jakém rozsahu.

Výstup: Tabulka s hodnotami jednotlivých variant, která bude sloužit jako podklad pro rozsah provedení opatření a obnovovacích prací.

5.1.6 Nákup techniky a vybavení

V oblasti IZS pracovníci používají různou techniku, výstroj, výzbroj a další pomůcky a vybavení důležité pro výkon jejich povolání. Proto je podstatné vybírat a nakupovat správnou techniku a vybavení. Na trhu se vyskytuje mnoho výrobků od různých výrobců a často je obtížné rozhodnout se pro tu správnou variantu. V tomto nám právě mohou pomoci multikriteriální metody hodnocení. Účelem použití je výběr a nákup nejvhodnější techniky a vybavení pro pracovníky složek IZS. Multikriteriální metody lze aplikovat na nákup libovolné techniky a vybavení. Například můžeme vyhlásit výběrové řízení na nákup vozidel zdravotnické záchranné služby. Kritéria potom mohou být například tyto: cena vozidla, spotřeba pohonných hmot, výkon motoru, maximální rychlost, velikost nákladového prostoru, zatížení nosítek, rozsah zdravotnického vybavení, interval servisních kontrol a podobně. Jednotlivé varianty se ohodnotí na základě těchto kritérií a následně se vybere varianta s nejvyšší hodnotou.

Výstup: Tabulka s hodnotami jednotlivých variant (vozidel), která bude sloužit jako podklad pro výběr vozidla pro zdravotnickou záchrannou službu.

5.2 Oblast krizového řízení

Krizové řízení je důležitou oblastí v bezpečnostní praxi. Krizové řízení zajišťuje splnění čtyř základních kroků. Je to prevence, připravenost, odezva a obnova. V rámci prevence je snaha předcházet vzniku pohrom nebo snížit jejich dopady na okolí. V rámci kroku připravenosti se shromažďují informace a poznatky, na základě kterých se zpracovávají scénáře, provádějí se výcviky složek pro následné odezvy a vzdělává se populace v dané oblasti. Odezva je založena na zvládnutí živelních pohrom s použitím přiměřených zdrojů a s omezením ztrát. Krok obnovy se zaměřuje na návrat do stabilizovaného stavu a další rozvoj. Multikriteriální metody hodnocení se dají využít ve všech těchto krocích. Ale nejlépe aplikovatelné budou v rámci kroku prevence a připravenosti. Při samotném vzniku mimořádné události nebo krizové situace máme nedostatek času a musí se jednat v krátkém časovém intervalu. Z tohoto důvodu multikriteriální metody hodnocení spíše nevyužijeme. Tyto metody jsou dobře využitelné pro zpracování plánů. Konkrétně v této kapitole budou popsány tyto případy:

- vyhlášení krizových stavů,
- zpracování krizového plánu,
- zpracování havarijního plánu kraje,
- zpracování vnějšího havarijního plánu pro jaderné zařízení,
- zpracování povodňového plánu,
- hospodářská opatření pro krizové stavy,
- zpracování plánu krizové připravenosti.

5.2.1 Vyhlášení krizových stavů

Mezi krizovou situací a krizovým stavem platí podmíněný vztah. Krizová situace vzniká, když z důvodu řešení vzniklého ohrožení je nutné vyhlásit některý z krizových stavů. Dle platné legislativy rozlišujeme čtyři krizové stavy: stav nebezpečí, nouzový stav, stav ohrožení státu a válečný stav. Účelem použití multikriteriálních metod tedy bude pomocný nástroj pro správné vyhodnocení stavu situace a následné rozhodnutí zdali krizový stav vyhlásit a jakého stupně. V podstatě nám tyto metody kvantifikují vzniklou situaci a na základě takto zjištěných hodnot bude rozhodnutí snadnější. Pro takový případ budou kritéria následující: druh živelné pohromy, druh průmyslové nebo ekologické havárie, počet zasažených osob, velikost zasaženého území, počet zasažených krajů, počet školních zařízení v oblasti, počet zdravotnických zařízení v oblasti a další kritéria. (14)

Výstup: Kvantifikovaná mimořádná událost. Na základě této hodnoty se vyhlásí příslušný krizový stav dle předem stanovené hranice.

5.2.2 Zpracování krizového plánu

Z pohledu zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů jsou orgány krizového řízení povinny zpracovávat krizový plán. Tento plán obsahuje plánovací, výkazové a další dokumenty, které stanovují postupy a opatření při hrozbě vzniku nebo vzniku krizové situace. Obsahuje základní, operativní a pomocnou část. Účelem použití multikriteriálních metod je prostředek pro vytvoření krizového plánu. Především tyto metody budeme aplikovat na problémy, které jsou spojené se složitým rozhodováním v rámci krizového plánu. První částí krizového plánu, kde lze tyto metody využít, bude část přehledu možných rizik a analýza ohrožení. Nejprve se určí všechny hrozby na území, které je posuzováno. V přehledu možných rizik se uvedou pouze ty hrozby, které mohou ohrozit bezpečnost, zabezpečení základních životních potřeb

obyvatelstva, životy a zdraví osob, majetek nebo životní prostředí na posuzovaném území. Pro výběr takovýchto hrozeb lze využít metody multikriteriálního hodnocení. V rámci analýzy ohrožení lze tyto metody využít jako nástroj pro ohodnocení dopadů na bezpečnost, zabezpečení základních životních potřeb obyvatelstva, životy a zdraví osob, majetek nebo životní prostředí. Na základě takto určených hodnot se vyberou hrozby, které převyšují stanovenou limitní hranici. V podstatě se vyhledají hrozby, které mohou způsobit vznik krizové situace. Další aplikací může být výběr právnických osob a podnikajících fyzických osob, které zajišťují plnění opatření vyplývajících z krizového plánu. V podstatě se v rámci posuzované oblasti vyhledá nejvýhodnější varianta spolupráce s právníky nebo podnikajícími fyzickými osobami. (14)

Výstup: Tabulka s hodnotami pro jednotlivé hrozby. Hrozby převyšující limitní hranici hodnot budou uvedeny v krizovém plánu.

5.2.3 Zpracování havarijního plánu kraje

Havarijní plán kraje je zpracováván hasičským záchranným sborem kraje (HZS) podle zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. Jeho zpracování je nutné k provádění záchranných a likvidačních prací na území kraje a pro řešení mimořádných událostí, které vyžadují vyhlášení třetího nebo zvláštního stupně poplachu. Obsahem tohoto plánu jsou tři části: informační a operativní část a plány konkrétních činností. Účelem využití metod multikriteriálního hodnocení pro tento případ je samotné zpracování havarijního plánu kraje. V rámci sestavení tohoto plánu se setkáváme s řadou složitých rozhodovacích problémů. První aplikací těchto metod v rámci informační části může být přehled pravděpodobných zdrojů mimořádných událostí (MU). Určí se výčet zdrojů MU a z nich se pomocí multikriteriálních metod vyberou jen ty, jejichž vznik je pro území kraje pravděpodobný. Kritéria v tomto případě budou tyto: místo možného vzniku MU, pravděpodobnost vzniku MU, rozsah MU a ohrožení v závislosti na čase, rozsah ohrožení obyvatelstva, předpokládané škody, předpokládané množství sil a prostředků pro záchranné a likvidační práce a podobně. Pro třetí část havarijního plánu kraje lze metody multikriteriálního hodnocení aplikovat téměř na každý plán konkrétní činnosti. Například pro plán evakuace obyvatelstva lze využít tyto techniky na výběr nejvhodnějšího objektu pro evakuaci obyvatelstva. Kritéria pro tento případ mohou být následující: vzdálenost objektu od místa vzniku MU, kapacita objektu, umístění objektu,

propustnost evakuačních tras, vzdálenost zdravotnického zařízení od objektu, vybavení objektu a další kritéria. (13)

Výstup: Informační část havarijního plánu kraje - tabulka s hodnotami pro jednotlivé zdroje mimořádných událostí. MU s nejvyššími hodnotami budou uvedeny v havarijním plánu kraje. Plán evakuace obyvatelstva - tabulka s hodnotami pro jednotlivé objekty. Objekt s nejvyšší hodnotou bude vybrán.

5.2.4 Zpracování vnějšího havarijního plánu pro jaderné zařízení

Vnější havarijní plán jaderného zařízení zpracovává HZS kraje, v jehož územním obvodu se jaderné zařízení nachází. Pokud zóna havarijního plánování bude zasahovat na území více krajů, pak dílčí část vnějšího havarijního plánu pro příslušnou část území zpracují i ostatní HZS krajů. Tyto dokumenty pak předají HZS kraje, v jehož územním obvodu se jaderné zařízení nachází. Účelem použití multikriteriálních metod hodnocení je nástroj pro usnadnění zpracování vnějšího havarijního plánu jaderného zařízení. Konkrétně jsou tyto metody využitelné například při stanovení stupňů MU. Dle vyhlášky č. 318/2002 Sb. o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření a o požadavcích na obsah vnitřního havarijního plánu a havarijního řádu rozlišujeme mimořádné události tří stupňů. Tyto techniky pomohou oprávněným pracovníkům klasifikovat mimořádné události. Kritéria budou vytvořena tak, aby efektivně popisovala vzniklou situaci. Za přispění těchto kritérií se mimořádná událost ohodnotí a stanoví se intervaly hodnot pro jednotlivé stupně MU. Na základě těchto informací kvalifikovaní pracovníci vyhlásí MU příslušného stupně. Tento případ lze aplikovat jen v rámci plánovacích činností. V podstatě si pracovníci vytvoří modelové případy a ty si ohodnotí. Nelze aplikovat metody multikriteriálního hodnocení až při vzniku MU.

Výstup: Hodnota potenciální MU zařazená do příslušného intervalu hodnot. Na základě tohoto intervalu je vyhlášen příslušný stupeň MU.

5.2.5 Zpracování povodňového plánu

Povodňový plán je dokument, který obsahuje způsob zajištění včasných a spolehlivých informací o vývoji povodně, možnosti odtokového režimu vodních děl, organizaci a přípravu zabezpečovacích prací. Dále je zde uveden způsob včasné aktivace povodňových orgánů a další úkoly. Povodňové plány jsou zpracovávány na všech

územních úrovních. To znamená, že rozlišujeme povodňový plán obce, obce s rozšířenou působností, kraje a ústřední povodňový plán. Účelem využití multikriteriálních metod hodnocení je získat prostředek pro zpracování povodňového plánu. Tyto metody lze například použít pro hodnocení protipovodňových opatření. V rámci věcné části tohoto plánu se uvádí informace o vodních tocích a vodních dílech. Proto tento případ hodnocení poslouží jako podklad k této části povodňového plánu. V případě hodnocení protipovodňových opatření jsou kritéria tyto: stupeň ochrany vodního díla, odtokový poměr, klimatologická statistika v oblasti, zástavba v okolí, rozloha záplavového území, počet ohrožených obyvatel, průtočnost koryt vodního toku a podobně. Závěrem tohoto hodnocení jsou výsledné hodnoty posuzovaných protipovodňových opatření. (11)

Výstup: Tabulka s hodnotami pro jednotlivá protipovodňová opatření. Tato klasifikace poslouží pro zjištění stavu vodních toků a vodních děl a případně jako podklad pro rozšíření protipovodňových opatření.

5.2.6 Hospodářská opatření pro krizové stavy

Oblast hospodářských opatření pro krizové stavy (HOPKS) zabezpečuje organizační, materiální a finanční opatření přijímaná správním úřadem v krizových stavech pro zajištění nezbytné dodávky výrobků, prací a služeb pro překonání krizových stavů. Do systému HOPKS lze zařadit použití státních hmotných rezerv. Jedná se o zdroje pořizované a udržované státem v případě, že nezbytné dodávky nelze zajistit jiným efektivním způsobem. Účelem možného použití metod multikriteriálního hodnocení je výběr nejvhodnějšího dodavatele na pořízení materiálu do státních hmotných rezerv. Například lze vybírat dodavatele masových konzerv. Potom budou kritéria například tyto: cena, složení masové konzervy, kvalita chovu, trvanlivost konzervy a další kritéria. Závěrem nabídky od dodavatelů ohodnotíme a vybereme variantu s nejvyšší hodnotou ze souboru hodnocení.

Výstup: Tabulka s hodnotami pro jednotlivé nabídky dodavatelů, která slouží jako podklad pro výběr konkrétního dodavatele.

5.2.7 Zpracování plánu krizové připravenosti

Plán krizové připravenosti (PKP) jsou povinni na základě zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů zpracovat provozovatelé kritické infrastruktury (KI), kteří jsou subjektem KI. Subjekt KI musí tak učinit do jednoho roku

od rozhodnutí vlády nebo od data určení prvku KI. Účelem zpracování tohoto plánu je především identifikace možných ohrožení funkce prvků KI na základě potenciálních zdrojů rizik. Důležitým úkolem PKP je také popis bezpečnostních opatření KI a stanovení scénářů a postupů pro řešení mimořádných událostí a krizových situací ve vztahu k ochraně funkce prvku KI. V rámci KI lze tedy využít multikriteriální metody hodnocení právě jako podpůrný nástroj pro zpracování PKP a plánu krizové připravenosti subjektu. Například lze tyto metody využít pro hodnocení výčtu hrozeb. Na základě tohoto ohodnocení vybrat jen ty hrozby, které mají závažný dopad na činnost subjektu KI a mohou způsobit vznik krizové situace. V podstatě si lze stanovit limitní hodnoty, které budou určovat, zdali hrozbu zařadit do PKP či nikoliv. Tento případ použití metod multikriteriálního hodnocení bude podrobně rozebrán v následující kapitole a bude na něm ilustrována aplikace jednotlivých metod. (14)

Výstup: Tabulka s hodnotami pro jednotlivé hrozby. Hrozby přesahující limitní hodnotu budou zařazeny do PKP.

5.3 Oblast ochrany majetku a osob

V rámci bezpečnostní praxe se setkáváme s oblastí ochrany majetku a osob. Sem lze zařadit poskytování fyzické ochrany, technickou ochranu a režimová opatření. Pod pojmem technická ochrana lze chápat především poplachové zabezpečovací systémy. Technická ochrana není v pravém slova smyslu ochrana, protože nezabraňuje pachateli napadnout chráněný zájem, ale jde spíše o detekční systém, který zajišťuje a předává informace o situaci v chráněném prostoru či objektu a o jeho případném napadení. Z tohoto důvodu technická ochrana podstatně zvyšuje efektivitu fyzické ochrany. Fyzická ochrana je prováděna živou silou a na její úrovni závisí výsledná účinnost ostatních druhů ochrany. Režimová opatření rozdělujeme na vnější a vnitřní. Vnější režimová opatření se týkají především vstupních a výstupních podmínek z chráněného objektu. To znamená, prostorů, kudy se vozidla i osoby dostávají do objektu a kudy jej opouštějí. Jedná se především o různé vchody, vjezdy a podobně. Vnitřní režimová opatření se týkají především omezení pohybu osob a vozidel v objektu jen na určité oblasti, prostory nebo okruhy, například omezení vstupu do určitých prostor pouze pro určité pracovníky či vozidla. Multikriteriální metody jsou aplikovatelné na všechny tyto druhy ochrany. V této kapitole uvedu především použití pro oblast fyzické ochrany a technické ochrany. Konkrétně se jedná o:

- bezpečnostní posouzení objektu,

- bezpečnostní audit,
- výběr pracovníků fyzické ostrahy,
- osobní ochrana – bodyguarding,
- přeprava peněžních hotovostí a jiných cenin,
- výběr dodavatele PZS.

5.3.1 Bezpečnostní posouzení objektu

Dle normy (ČSN CLC/TS 50131-7 Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 7: Pokyny pro aplikace) je povinné v rámci návrhu systému provádět bezpečnostní posouzení objektu. Toto posouzení má za úkol odhalit faktory mající vliv na volbu detektorů pohybu a kamerových systémů a na jejich umístění. Cílem bezpečnostního posouzení je především stanovení rozsahu systému, stupně zabezpečení, třídy prostředí a pojistné třídy. V rámci bezpečnostního posouzení objektu se hodnotí zabezpečované hodnoty, samotná budova, vnitřní a vnější vlivy působící na objekt. Účelem aplikace metod multikriteriálního hodnocení pro tento případ bude podpůrný nástroj pro ohodnocení zabezpečovaných hodnot, objektu a vnitřních a vnějších vlivů, které na tuto budovu působí. Kritéria pro bezpečnostní posouzení objektu lze také rozdělit na tyto čtyři části. Toto rozdělení bude vhodné z důvodu srozumitelnosti. Pro hodnocení zabezpečovaných hodnot lze zvolit například tyto kritéria: druh majetku, objem majetku, historie krádeží a zneužití střeženého majetku. Pro popis objektu lze zvolit tyto kritéria: konstrukce jednotlivých částí objektu, otvory do objektu, provozní režim objektu a lokalita. Kritéria pro správný výběr vnitřních vlivů mohou být následující: umístění vodovodního potrubí, přítomnost klimatizace nebo vzduchotechniky, přítomnost a umístění výtahů, možné zdroje světla, vnější zvuky a další kritéria. A poslední kritéria jsou pro skupinu možných vnějších vlivů. Jedná se například o: dopravní infrastrukturu v okolí objektu, vliv počasí, vysokofrekvenční rušení a podobně. Na základě stanovených kritérií v těchto čtyřech skupinách ohodnotíme posuzovaný objekt. (8)

Výstup: Tabulka s hodnotami pro čtyři skupiny bezpečnostního posouzení objektu. Na základě těchto hodnot se stanoví stupeň zabezpečení, třída prostředí a pojistná třída.

5.3.2 Bezpečnostní audit

Bezpečnostní audit je proces, při kterém posuzujeme různé bezpečnostní oblasti organizace a porovnáváme současný stav se stavem ideálním nebo předem stanoveným.

Cílem bezpečnostního auditu je ohodnocení stávajícího zabezpečení a bezpečnostních oblastí organizace a zefektivnění ochrany organizace. Také může sloužit jako podklad pro nápravná opatření. Rozeznáváme interní a externí audity. Interní audit provádí vlastní zaměstnanci organizace. Externí audity jsou realizovány nezávislým subjektem, který posuzuje podstatné vlastnosti systému. Výhodou externích auditů je především vyšší objektivita pohledu a je zde možnost srovnání s jinými bezpečnostními systémy. Účelem použití metod multikriteriálního hodnocení je ohodnocení bezpečnosti organizace z pohledu technického zabezpečení, fyzické ostrahy, režimové ochrany a oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP). Pro přehlednost lze opět kritéria rozdělit do čtyř oblastí, které byly vyjmenovány. Kritéria pro bezpečnostní audit potom mohou být následující: stupeň zabezpečení, použité druhy ochrany, instalované detektory pohybu, počet zaměstnanců fyzické ostrahy, interval školení zaměstnanců fyzické ostrahy, průměrný věk zaměstnanců fyzické ostrahy, provozní režim organizace, nastavení režimových opatření, školení zaměstnanců v oblasti BOZP, statistika pracovních úrazů a řada dalších kritérií. V závěru získáme hodnoty pro jednotlivé části bezpečnostního auditu, na základě kterých rozhodneme o kvalitě bezpečnostní politiky organizace, popřípadě pro rozsah nápravných opatření.

Výstup: Tabulka s hodnotami pro jednotlivé části bezpečnostního auditu. Na základě těchto hodnot a stanovených limitních hranic se určí, jestli byl audit úspěšný či nikoliv.

5.3.3 Výběr zaměstnanců fyzické ostrahy

Personální oblast v rámci fyzické ostrahy je důležitým faktorem pro efektivní zajištění ochrany objektu. Ovlivňuje kvalitu poskytovaných služeb v rámci ostrahy osob a majetku. Proto je důležité vybrat vhodné pracovníky na vybrané pracovní pozice dle jejich znalostí, zkušeností a pracovního nasazení. Z tohoto důvodu personální oddělení nejčastěji uskutečňuje osobní pohovory s případnými uchazeči. Účelem použití multikriteriálních metod hodnocení pro tento případ je výběr vhodných zaměstnanců na pracovní pozice. Kritéria lze zvolit následující: věk uchazeče, získaná osvědčení a školení, délka praxe, povahové rysy, fyzická zdatnost, komunikace s lidmi a podobně. Na základě těchto kritérií jednotlivé uchazeče ohodnotíme a vybereme toho, který získá v hodnocení nejvyšší hodnotu.

Výstup: Tabulka s hodnotami pro všechny uchazeče ve výběrovém řízení. Na základě těchto hodnot se pracovní pozice obsadí vhodným pracovníkem.

5.3.4 Osobní ochrana – bodyguarding

Osobní ochrana se stala nedílnou součástí běžného života a každý ji bere jako samozřejmost. Těchto služeb využívají především důležité osoby z oblasti politické sféry, významní herci, lidé z podnikatelské sféry nebo může být nabídnuta osobní ochrana svědkům závažné trestné činnosti. Za bodyguarda lze považovat bezpečnostního specialistu s velice širokým záběrem působnosti od používání zbraní, bojových systémů, řízení všech druhů dopravních prostředků a podobně. Také musí být odborník na bezpečnostní problematiku, první pomoc, krizová a komunikační řešení a jednání. Cílem práce bodyguarda je předejít případným hrozbám a vyhnout se napadení chráněné osoby. V řadě případů je konflikt zaviněný nedostatečnou přípravou osobního strážce. Z tohoto důvodu je využití metod multikriteriálního hodnocení vhodné. Účelem aplikace metod právě pro tento případ je podpůrný nástroj při plánování podrobností v rámci osobní ochrany osoby s vysokou důležitostí. Tyto metody lze například využít pro volbu vhodného místa na proslov a setkání prezidenta republiky s občany. Pro tento případ potom budou kritéria následující: velikost místa, možné příjezdové komunikace, okolí místa uskutečnění, vzdálenost policejní stanice a nemocnice od místa konání, úkryty v okolí, potenciální budovy vhodné pro odstřelovače a další kritéria. Výsledkem bude hodnocení pro jednotlivé varianty potenciálních míst pro proslov.

Výstup: Tabulka s hodnotami pro jednotlivá místa možného projevu. Na základě těchto hodnot se vybere nejvhodnější místo.

5.3.5 Převoz peněžních hotovostí a jiných cenin

V průmyslu komerční bezpečnosti je jednou z nejobtížnějších činností podnikání v přepravě peněz a jiných cenností. V současnosti je velký rozmach obchodních domů a nákupních center, kam je potřebné zajišťovat dopravu hotovosti. I bankomaty se vyskytují ve velké míře. Proto je nejčastěji zajišťovaná přeprava hotovosti. Setkáváme se s dvěma typy přepravy, s přenosem a převozem. Metody multikriteriálního hodnocení lze aplikovat v obou oblastech. Pro příklad uvedu převoz peněžní hotovosti a cenin. Účelem použití těchto metod pro tuto ukázkou je například plánování trasy přepravy. Konkrétně se může jednat o výběr dopravního prostředku, výzbroje a výstroje pro přepravu nebo se na základě těchto metod stanoví optimální trasa pro přepravu. Pro stanovení trasy přepravy mohou být kritéria tyto: čas přepravy, délka trasy, hustota provozu, mosty a tunely na trase, riziková místa na trase a další kritéria. Vybrané varianty tras budou na

základě stanovených kritérií ohodnoceny. Z těchto variant se pak vyberou trasy, které mají dvě nejlepší hodnoty. Varianta s nejlepší hodnotou bude výsledná trasa. A varianta druhá v pořadí bude zvolena jako záložní trasa. (9)

Výstup: Tabulka s hodnotami jednotlivých variant tras, na základě které vybereme optimální trasu (varianta 1. v pořadí) a záložní trasu (varianta 2. v pořadí).

5.3.6 Výběr dodavatele PZS

V současné době je trh oblastí poplachových zabezpečovacích systému nasycen mnoha produkty, které jsou distribučními a montážními firmami dodávány. Proto je obtížné vybrat vhodný produkt a spolehlivou a odborně kvalifikovanou firmu. Z tohoto pohledu je použití multikriteriálních metod hodnocení důležité. Účelem použití těchto metod bude podpůrný nástroj pro výběr dodavatele PZS. Nejdříve se vyberou dodavatelé PZS v regionu, kde chceme PZS instalovat. Poté se na základě zvolených kritérií soubor hodnocení omezí na určitý počet variant a provede se hodnocení těchto konkrétních dodavatelů. Kritéria pro tento případ mohou být následující: cena, reference, dostupnost na trhu, školení a osvědčení, sortiment výrobků PZS, délka záruky na výrobky, věrnostní program a další kritéria. V závěru na základě metod multikriteriálního hodnocení variant rozhodneme o tom, který dodavatel pro nás bude nejvýhodnější.

Výstup: Tabulka s hodnotami pro všechny dodavatele PZS. Na základě těchto hodnot se vybere firma pro dodávku PZS.

Dílčí závěr:

V této kapitole bylo rozebráno možné využití metod v oblasti bezpečnostní praxe. Konkrétně se dají tyto metody využít v aplikacích na oblast integrovaného záchranného systému, v oblasti krizového řízení a oblasti ochrany majetku a osob. Pro IZS je možné tyto metody využít jak pro organizační činnost, tak i pro operativní použití. Lze na základě těchto metod zpracovávat typové činnosti, obsazovat pracovní pozice, realizovat nákup techniky a vybavení a další možné aplikace. Pro oblast krizového řízení především tyto metody aplikujeme při zpracovávání různých plánů. Lze je využít jako podklady pro zpracování jednotlivých částí těchto plánů. Konkrétně byly rozebrány havarijní plány, krizový plán, povodňový plán a plán krizové připravenosti. Samozřejmě lze tyto algoritmy využít i pro mnoho dalších oblastí. Poslední oblastí aplikace multikriteriálních metod hodnocení je ochrana majetku a osob. Jedná se o fyzickou ostrahu, technickou ochranu

a režimová opatření. Konkrétně se jedná například o bezpečnostní posouzení objektu, bezpečnostní audit, výběr zaměstnanců fyzické ostrahy, oblast osobní ochrany a další možné aplikace. Obecně lze říci, že tyto metody mají všestranné využití v oblasti bezpečnostní praxe.

6 APLIKACE METOD MULTIKRITERIÁLNÍHO HODNOCENÍ – PLÁN KRIZOVÉ PŘIPRAVENOSTI

V předchozí kapitole byly popsány možnosti využití metod multikriteriálního hodnocení pro oblast IZS, krizového řízení a oblast ochrany majetku a osob. Ze všech popsaných metod budou aplikovány na plán krizové připravenosti ty nejvhodnější. Pro tento případ jde o zhodnocení správného zpracování jednotlivých částí tohoto plánu a komplexní kvantifikace plánu krizové připravenosti. Jako modelový případ byl zvolen plán krizové připravenosti pro vzdělávací zařízení. Tento plán je k diplomové práci přidán jako příloha 1.

6.1 Volba kritérií

Pro dílčí části PKP je podstatné stanovit jednotlivá kritéria. Pro přehlednost byly zvoleny čtyři skupiny, do kterých lze kritéria zařadit. V podstatě tyto skupiny prezentují jednotlivé části PKP. Zvolená kritéria včetně skupin kritérií zobrazuje Tab. 23.

Tab. 23 Zvolená kritéria pro posouzení plánu krizové připravenosti

Skupiny kritérií	Název skupiny	Kritéria	Název kritéria
S ₁	Krizová ohrožení	K ₁	Počet hrozeb
		K ₂	Závažnost hrozeb
		K ₃	Míra narušení provozu
		K ₄	Doba obnovovacích prací
S ₂	Evakuace	K ₅	Vzdálenost evakuačních zařízení
		K ₆	Čas dopravení do EZ
		K ₇	Druh dopravního prostředku
S ₃	Ubytovací možnosti	K ₈	Druh ubytování
		K ₉	Kapacita pro nouzové ubytování
		K ₁₀	Kapacita pro krátkodobé nouzové ubytování
		K ₁₁	Způsob vytápění
S ₄	Stravovací možnosti	K ₁₂	Počet jídel při běžném provozu
		K ₁₃	Počet jídel při nouzovém provozu
		K ₁₄	Počet jídel ze smluvního dovozu
S ₅	Opatření ochrany obyvatelstva	K ₁₅	Způsob varování
		K ₁₆	Způsob vyrozumění
		K ₁₇	Způsob informování v rámci vzdělávacího zařízení
		K ₁₈	Zabezpečení improvizovaného ukrytí
		K ₁₉	Možnosti ukrytí ve stálém úkrytu
		K ₂₀	Zajištění improvizované ochrany dýchacích cest a povrchu těla

Pro samotné hodnocení je nejprve důležité určit, jaký mají kritéria charakter. To znamená, že se stanoví kvantitativní a kvalitativní povaha kritérií a jejich výnosový nebo nákladový charakter.

Kvantitativní kritéria:

- **nákladová:** K₁, K₂, K₃, K₄, K₅, K₆,
- **výnosová:** K₉, K₁₀, K₁₂, K₁₃, K₁₄

Kvalitativní kritéria:

- K₇, K₈, K₁₁, K₁₅, K₁₆, K₁₇, K₁₈, K₁₉, K₂₀

Pro kritéria kvalitativního charakteru je nejdříve nutné určit stupnici, na základě které budeme tyto kritéria hodnotit. Pro kritérium K_7 (druh dopravního prostředku) jsou stupně následující:

- Stupeň A: Evakuace je zajištěna více než 2 autobusy.
- Stupeň B: Evakuace je zajištěna méně než 2 autobusy.
- Stupeň C: Evakuace je zajištěna osobními automobily nebo dopravními prostředky jiného typu.

Pro kritérium K_8 (druh ubytování) stanovíme stupně následovně:

- Stupeň A: Ubytování v internátních pokojích a nouzové ubytování v tělocvičnách a učebnách.
- Stupeň B: Nouzové ubytování v tělocvičnách a učebnách.
- Stupeň C: Ubytování v internátních pokojích.

Pro kritérium K_{11} (způsob vytápění) stanovíme stupně následovně:

- Stupeň A: Objekt vzdělávacího zařízení je vytápěn s využitím obnovitelných zdrojů.
- Stupeň B: Objekt vzdělávacího zařízení je vytápěn vlastní plynovou kotelnou.
- Stupeň C: Objekt vzdělávacího zařízení je vytápěn dálkovým parovodem.

Pro kritérium K_{15} (způsob varování) stanovíme stupně následovně:

- Stupeň A: Varovný signál je předáván městským rozhlasem a sirénou.
- Stupeň B: Varovný signál je předáván pouze sirénou.
- Stupeň C: Varovný signál je předáván jen městským rozhlasem.
- Stupeň D: Varovný signál je předáván jiným způsobem.

Pro kritérium K_{16} (způsob vyrozumění) stanovíme stupně následovně:

- Stupeň A: Vyrozumění bude realizováno telefonicky.
- Stupeň B: Vyrozumění bude realizováno osobním setkáním.
- Stupeň C: Vyrozumění bude realizováno jiným způsobem.

Pro kritérium K_{17} (Způsob informování v rámci vzdělávacího zařízení) stanovíme stupně následovně:

- Stupeň A: Informování v rámci vzdělávacího zařízení bude prováděno za pomoci rozhlasu vzdělávacího zařízení.

- Stupeň B: Informování v rámci vzdělávacího zařízení bude prováděno telefonicky.
- Stupeň C: Informování v rámci vzdělávacího zařízení bude prováděno jiným způsobem.

Pro kritérium K_{18} (Zabezpečení improvizovaného úkrytí) stanovíme stupně následovně:

- Stupeň A: Improvizovaný úkryt je umístěn v objektu vzdělávacího zařízení.
- Stupeň B: Improvizovaný úkryt se nachází mimo objekt vzdělávacího zařízení.
- Stupeň C: Improvizovaný úkryt není zajištěný.

Pro kritérium K_{19} (Možnosti úkrytí ve stálém úkrytu) stanovíme stupně následovně:

- Stupeň A: Stálý úkryt je umístěn v objektu vzdělávacího zařízení.
- Stupeň B: Stálý úkryt se nachází mimo objekt vzdělávacího zařízení.
- Stupeň C: Stálý úkryt není zajištěný.

Pro kritérium K_{20} (Zajištění improvizované ochrany dýchacích cest a povrchu těla) stanovíme stupně následovně:

- Stupeň A: Vzdělávací zařízení poskytne prostředky pro improvizovanou ochranu dýchacích cest a povrchu těla v plném rozsahu.
- Stupeň B: Vzdělávací zařízení poskytne prostředky pro improvizovanou ochranu dýchacích cest a povrchu těla pouze částečně.
- Stupeň C: Prostředky improvizované ochrany dýchacích cest a povrchu těla si zajišťují osoby v objektu vlastními silami.

6.2 Stanovení vah kritérií

V předchozí subkapitole byly stanoveny vhodná kritéria pro ohodnocení plánu krizové připravenosti. Dalším důležitým krokem je určení vah těchto kritérií. Váhy jednotlivých kritérií určují, jak je pro nás toto kritérium významné. Se zvyšující se hodnotou váhy kritéria roste jeho významnost. Soubor hodnocení pro plán krizové připravenosti je obsáhlý a obsahuje 20 kritérií. Z tohoto důvodu je vhodné použít pro stanovení vah kritérií metodu postupného rozvrhu vah. Pro tuto metodu využijeme rozvržení jednotlivých kritérií do skupin dle obsahové podobnosti.

Metoda postupného rozvrhu vah je prováděna v několika krocích. Nejprve se stanoví váhy dílčích skupin a následně určujeme váhy všech kritérií v rámci těchto skupin. Pro toto určení vah byla vybrána jako nejvhodnější Saatyho metoda. Její bodová stupnice byla stanovena od 1 do 10 bodů. Saatyho matice vytvořené pro dílčí skupiny kritérií zobrazují

tabulky 24 – 29. Výsledné váhy jednotlivých kritérií jsou pak vyjádřeny jako součin příslušné váhy kritéria a skupiny, do které toto kritérium patří. Výsledné váhy kritérií a jejich pořadí ilustruje Tab. 30.

Tab. 24 Saatyho matice pro skupiny kritérií (PKP)

Skupina kritérií	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	Geometrický průměr	Výsledné váhy skupin
S ₁	1	4	9	7	2	3,47	0,46
S ₂	1/4	1	5	2	1/3	0,96	0,13
S ₃	1/9	1/5	1	1/2	1/8	0,27	0,04
S ₄	1/7	1/2	2	1	1/6	0,47	0,06
S ₅	1/2	3	8	6	1	2,35	0,31

Tab. 25 Saatyho matice pro kritéria ve skupině S₁ (PKP)

Kritérium	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	Geometrický průměr	Váhy v rámci skupiny S ₁
K ₁	1	1/7	1/5	1/2	0,35	0,06
K ₂	7	1	3	6	3,35	0,57
K ₃	5	1/3	1	4	1,61	0,28
K ₄	2	1/6	1/4	1	0,54	0,09

Tab. 26 Saatyho matice pro kritéria ve skupině S₂ (PKP)

Kritérium	K ₅	K ₆	K ₇	Geometrický průměr	Váhy v rámci skupiny S ₂
K ₅	1	1/2	7	1,52	0,34
K ₆	2	1	10	2,71	0,61
K ₇	1/7	1/10	1	0,24	0,05

Tab. 27 Saatyho matice pro kritéria ve skupině S_3 (PKP)

Kritérium	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	Geometrický průměr	Váhy v rámci skupiny S_3
K_8	1	4	3	1/6	1,19	0,17
K_9	1/4	1	1/5	1/9	0,27	0,04
K_{10}	1/3	5	1	1/9	0,66	0,10
K_{11}	6	9	9	1	4,70	0,69

Tab. 28 Saatyho matice pro kritéria ve skupině S_4 (PKP)

Kritérium	K_{12}	K_{13}	K_{14}	Geometrický průměr	Váhy v rámci skupiny S_4
K_{12}	1	1/8	1/5	0,29	0,07
K_{13}	8	1	3	2,88	0,66
K_{14}	5	1/3	1	1,19	0,27

Tab. 29 Saatyho matice pro kritéria ve skupině S_5 (PKP)

Kritérium	K_{15}	K_{16}	K_{17}	K_{18}	K_{19}	K_{20}	Geometrický průměr	Váhy v rámci skupiny S_5
K_{15}	1	5	3	8	9	7	4,43	0,48
K_{16}	1/5	1	1/2	4	6	4	1,46	0,16
K_{17}	1/3	2	1	2	7	7	2,01	0,22
K_{18}	1/8	1/4	1/2	1	1/3	3	0,50	0,05
K_{19}	1/9	1/6	1/7	3	1	1/9	0,31	0,04
K_{20}	1/7	1/4	1/7	1/3	9	1	0,50	0,05

Tab. 30 Výsledné váhy kritérií a jejich pořadí (PKP)

Skupina kritérií	Váhy skupin kritérií	Kritéria	Váhy kritérií v rámci skupin	Výsledné váhy	Pořadí
S ₁	0,46	K ₁	0,06	0,0276	10. – 11.
		K ₂	0,57	0,2622	1.
		K ₃	0,28	0,1288	3.
		K ₄	0,09	0,0414	8.
S ₂	0,13	K ₅	0,34	0,0442	7.
		K ₆	0,61	0,0793	4.
		K ₇	0,05	0,0065	17.
S ₃	0,04	K ₈	0,17	0,0068	16.
		K ₉	0,04	0,0016	20.
		K ₁₀	0,10	0,0040	19.
		K ₁₁	0,69	0,0276	10. – 11.
S ₄	0,06	K ₁₂	0,07	0,0042	18.
		K ₁₃	0,66	0,0396	9.
		K ₁₄	0,27	0,0162	12.
S ₅	0,31	K ₁₅	0,48	0,1488	2.
		K ₁₆	0,16	0,0496	6.
		K ₁₇	0,22	0,0682	5.
		K ₁₈	0,05	0,0155	13. – 14.
		K ₁₉	0,04	0,0124	15.
		K ₂₀	0,05	0,0155	13. – 14.

6.3 Multikriteriální hodnocení variant

V předchozí subkapitole byly specifikovány váhy pro předem zvolených 20 kritérií. Dalším krokem je multikriteriální hodnocení variant. Z výčtu popsaných metod multikriteriálního hodnocení variant byla vybrána metoda bazické varianty. Tato metoda je založena na porovnávání důsledků hodnot variant s tzv. bazickou variantou. Bazická varianta bude v tomto případě chápána jako varianta, která nabývá požadovaných a předem stanovených hodnot. V podstatě ji označíme jako standard, ideál nebo etalon. Tato metoda je vhodná pro kvantitativní kritéria. Pro určení dílčích ohodnocení kritérií kvalitativního charakteru využijeme metodu založenou na přímém stanovení dílčích ohodnocení. Pro toto

ohodnocení se použije bodovací stupnice od 0,00 do 1,00 se škálou 10 bodů, které se přiřadí variantě vzhledem k jednotlivým kritériím.

Hodnoty dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím pro metodu bazické varianty se určí pomocí vztahů 3-4 a 3-5 podle toho, jestli se jedná o kritérium výnosového nebo nákladového typu. Celkové ohodnocení se pak určí jako vážený součet dílčích ohodnocení a vah kritérií. Dílčí ohodnocení varianty pro jednotlivá kritéria a celkové ohodnocení popisuje Tab. 31.

Tab. 31 Výsledné hodnoty pro variantu plánu krizové připravenosti

Kritéria			Varianty		
Název	Váhy kritérií	Jednotka	x_i^b	Hodnoty M_1 (PKP)	h_i^j
K ₁	0,0276	počet hrozeb	4	5	0,80
K ₂	0,2622	závažnost hrozeb	6	8	0,75
K ₃	0,1288	%	60	70	0,86
K ₄	0,0414	den	50	30	1,67
K ₅	0,0442	km	20	15	1,34
K ₆	0,0793	minuta	30	22	1,36
K ₇	0,0065	---	---	A	1,00
K ₈	0,0068	---	---	A	1,00
K ₉	0,0016	počet osob	150	130	0,87
K ₁₀	0,0040	počet osob	180	180	1,00
K ₁₁	0,0276	---	---	B	0,70
K ₁₂	0,0042	počet jídel	800	1000	1,25
K ₁₃	0,0396	počet jídel	450	400	0,89
K ₁₄	0,0162	počet jídel	300	350	1,17
K ₁₅	0,1488	---	---	A	1,00
K ₁₆	0,0496	---	---	A	1,00
K ₁₇	0,0682	---	---	B	0,70
K ₁₈	0,0155	---	---	A	1,00
K ₁₉	0,0124	---	---	C	0,20
K ₂₀	0,0155	---	---	B	0,70
Celkové ohodnocení				0,938142	

Dílčí závěr:

Hodnoty jednotlivých kritérií pro bazickou variantu byly zvoleny jako předem požadované hodnoty. V podstatě se jedná o limitní hodnoty, které určují hranici mezi vyhovujícím a nevyhovujícím plánem krizové připravenosti. Limitní hodnota celkového ohodnocení je 1,00. V případě, že hodnocení nabude hodnot nad touto limitní hranicí, lze stanovit závěr takový, že plán krizové připravenosti je zpracovaný správně a v plném rozsahu. V případě, že celkové ohodnocení je pod limitní hranicí, tak plán krizové připravenosti má nějaké nedostatky a nelze ho považovat za úplný.

Závěr pro tento modelový příklad plánu krizové připravenosti lze stanovit následující. Výsledkem celkového ohodnocení je hodnota 0,938142. To znamená, že tento plán není zpracovaný v plném rozsahu a má nepatrné nedostatky.

ZÁVĚR

Podstatným prvkem v procesu multikriteriálního hodnocení jsou kritéria. Každé kritérium by mělo být úplné, srozumitelné a měřitelné. Jednotlivá kritéria by měla splňovat podmínku neredundantnosti a soubor vybraných kritérií by měl mít co nejmenší rozsah.

Dále byly diskutovány metody stanovení vah kritérií. Váhy kritérií udávají, jak je pro nás kritérium důležité. Lze je určit přímo, na základě párového srovnávání, postupným rozvrhem vah nebo na základě použití kompenzační metody. Tyto metody se mezi sebou liší vhodností použití pro různé rozsahy souborů hodnocení. Aplikace algoritmů některých metod je pro rozsáhlé soubory nevhodná a zdlouhavá.

Potom byly rozebrány metody multikriteriálního hodnocení variant. Jedná se o metodu váženého pořadí, přímého stanovení dílčích ohodnocení, lineárních dílčích funkcí užítku, bazické varianty a Saatyho metodu. Rozdíly mezi těmito metodami jsou ve vhodnosti použití pro kvalitativní nebo kvantitativní kritéria. Pro některé metody je také důležité členění na výnosová a nákladová kritéria. Dále se liší v míře subjektivity a náročnosti z pohledu hodnotitele.

V další kapitole bylo rozebráno možné využití metod v oblasti bezpečnostní praxe. Konkrétně se dají tyto metody využít v aplikacích na oblast integrovaného záchranného systému, v oblasti krizového řízení a oblasti ochrany majetku a osob. Metody multikriteriálního hodnocení mají všestranné využití. V podstatě se dají aplikovat na libovolný rozhodovací případ v bezpečnostní praxi. Princip těchto metod umožňuje kvantifikaci zvoleného problému, výběr nejvhodnější varianty nebo volbu více variant na základě stanovené limitní hodnoty.

V závěrečné kapitole jsem hodnotil modelový případ plánu krizové připravenosti. Pro jeho hodnocení byla zvolena metoda postupného rozvrhu vah a metoda bazické varianty. Na základě srovnání výsledných hodnot se zvolenými limitními hodnotami jsem dospěl k závěru, že plán krizové připravenosti není zpracovaný v plném rozsahu a má drobné nedostatky.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

Criteria are a significant element in the process of multi-criteria assessment. Each criterion should be complete, comprehensible and measurable. Individual criteria should fulfil the condition of non-redundancy and the set of selected criteria should have the smallest possible scope.

Methods for determining the weights of criteria were also discussed. Criteria weights specify how important the criterion is for us. It can be specified directly, on the basis of paired comparison, gradual distribution of weights or on the basis of application of the compensation method. These methods differ from each other by their suitability for application on various scopes of assessment sets. Application of the algorithms of some methods is unsuitable and protracted for extensive sets of criteria.

The multi-criteria assessment method variants were subsequently discussed. This concerns the methods of weighted order, direct specification of individual evaluations, linear individual utility function, base variants and the Saaty method. The differences between these methods are in their suitability for application on qualitative or quantitative criteria. Classification into revenue and cost criteria is also important for some methods. They also differ in the degree of subjectivity and difficulty from the assessor's viewpoint.

The next chapter discusses the possible application of methods in the field of safety practice. These methods can specifically be used in applications in the field of the integrated rescue system, in the field of crisis management and the field of protection of property and people. Multi-criteria assessment methods are universal. They can basically be applied to any decision making case in safety practice. The principle of these methods enables quantification of the chosen problem, selection of the most suitable variant or selection of multiple variants on the basis of the set limit values.

In the final chapter I assessed the model case of a crisis readiness plan. The method of gradual distribution of weights and the base variant method were chosen for its assessment. On the basis of comparison of the resulting values to chosen limit values, I came to the conclusion that the crisis readiness plan is not written up to the full extent and has minor deficiencies.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie:

- [1] BLAŽEK, Ladislav. Management: organizování, rozhodování, ovlivňování. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 191 s. ISBN 978-80-247-3275-6.
- [2] BROŽOVÁ, Helena, Tomáš ŠUBRT a Milan HOUŠKA. Modely pro vícekriteriální rozhodování. Vyd. 1. Praha: Credit, 2003, 172 s. ISBN 978-80-213-1019-3.
- [3] FIALA, Miloš a Josef VILÁŠEK. Vybrané kapitoly z ochrany obyvatelstva. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2010, 208 s. ISBN 978-80-246-1856-2.
- [4] FOTR, Jiří a Lenka ŠVECOVÁ. Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2010, 474 s. ISBN 978-80-86929-59-0.
- [5] JABLONSKÝ, Josef. Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 323 s. ISBN 978-80-86946-44-3.
- [6] JURA, Pavel. Základy fuzzy logiky pro řízení a modelování. Vyd. 1. Brno: VUTIUUM, 2003, 132 s. ISBN 80-214-2261-0.
- [7] KRÖMER, Antonín, Petr MUSIAL a Libor FOLWARCZNY. Mapování rizik. 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010, 126 s. ISBN 978-80-7385-086-9.
- [8] LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management I. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2011, 316 s. ISBN 978-80-87500-05-7.
- [9] LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management II. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2012, 387 s. ISBN 978-80-87500-19-4.
- [10] Security Magazín. Praha: FAMily media, 2010-2013. ISSN 1210-8723. 6x ročně.
- [11] SMETANA, Marek, Dana KRATOCHVÍLOVÁ a Danuše KRATOCHVÍLOVÁ. Havarijní plánování: varování, evakuace, poplachové plány, povodňové plány. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 165 s. ISBN 978-80-251-2989-0.

- [12] VILÁŠEK, Josef. Krizové řízení. 1. vyd. V Praze: Karolinum, 2009, 81 s. ISBN 978-80-246-1723-7.
- [13] Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů.
- [14] Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů.

Internetové zdroje:

- [15] Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR [online]. 2010 [cit. 2013-04-18]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/>
- [16] Portál krizového řízení JmK [online]. 2013 [cit. 2013-04-18]. Dostupné z: <http://www.krizport.firebrno.cz/>
- [17] ZÖLZER, Friedo. Studijní texty pro studijní obor: Ochrana obyvatelstva se zaměřením na CBRNE, civilní nouzová připravenost [online]. 2012 [cit. 2013-04-18]. Dostupné z: http://www.zsf.jcu.cz/structure/departments/kra/informace-pro-studenty/ucebni_texty
- [18] Plán krizové připravenosti vzdělávacího zařízení. KRIZPORT [online]. 2007 [cit. 2013-05-09]. Dostupné z: <http://krizport.firebrno.cz/dokumenty/plan-krizove-pripravenosti-vzdelavaciho-zarizeni-2007>
- [19] Podívejte se na přednášky o fuzzy logice a o tom, jak dýchá Země. Technet.cz [online]. 2012 [cit. 2013-05-09]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/tyden-vedy-a-techniky-0tp-/veda.aspx?c=A121108_163909_veda_vse

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci.
CAM	Center Average Method.
CCTV	Closed – Curcuit Television.
COS	Center of Sums.
COG	Center of Gravity.
FOM	First of Maximum.
HOPKS	Hospodářská opatření pro krizové stavy.
HZS	Hasičský záchranný sbor.
IZS	Integrovaný záchranný systém.
KI	Kritická infrastruktura.
LOM	Largest of Maximum.
MOM	Middle of Maximum.
MU	Mimořádná událost.
PKP	Plán krizové připravenosti.
PO	Požární ochrana.
PZS	Poplachový zabezpečovací systém.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Přístupy k multikriteriálnímu hodnocení</i>	12
<i>Obr. 2 Stanovení vah kritérií (diagram)</i>	16
<i>Obr. 3 Multikriteriální hodnocení variant (diagram)</i>	17
<i>Obr. 4 Fáze metody stanovení vah pomocí preferenčního pořadí</i>	22
<i>Obr. 5 Dílčí funkce užitku</i>	35
<i>Obr. 6 Dílčí funkce užitku metody bazické varianty</i>	43
<i>Obr. 7 Grafické znázornění fuzzy množin</i>	47
<i>Obr. 8 Struktura systému fuzzy logiky</i>	48
<i>Obr. 9 Průběh a definice Γ-funkce a L-funkce</i>	48
<i>Obr. 10 Průběh a definice Λ-funkce a Π-funkce</i>	49
<i>Obr. 11 Graf výsledků ilustrativního příkladu fuzzy logiky</i>	52

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Kriteriaální matice</i>	15
<i>Tab. 2 Použití bodové stupnice</i>	22
<i>Tab. 3 Použití metody porovnání významu kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí</i>	24
<i>Tab. 4 Zjišťování preferencí kritérií u metody párového srovnávání</i>	25
<i>Tab. 5 Tabulka zjištěných preferencí u metody párového srovnávání</i>	27
<i>Tab. 6 Saatyho bodová stupnice s deskriptory</i>	28
<i>Tab. 7 Saatyho matice s vypočítanými váhami kritérií</i>	29
<i>Tab. 8 Použití metody postupného rozvrhu vah</i>	31
<i>Tab. 9 Přehled dodavatelů a hodnoty dle jednotlivých kritérií</i>	32
<i>Tab. 10 Váhy kritérií stanovené na základě použití kompenzační metody</i>	33
<i>Tab. 11 Hodnoty variant pro ilustrativní příklady použití metod</i>	38
<i>Tab. 12 Použití metody váženého pořadí</i>	39
<i>Tab. 13 Použití metody založené na přímém stanovení dílčích hodnocení</i>	40
<i>Tab. 14 Použití metody lineárních dílčích funkcí užitku</i>	41
<i>Tab. 15 Použití metody bazické varianty</i>	43
<i>Tab. 16 Saatyho matice pro stanovení dílčích hodnocení variant vzhledem ke kritériu K_2</i>	45
<i>Tab. 17 Saatyho matice pro stanovení dílčích hodnocení variant vzhledem ke kritériu K_3</i>	45
<i>Tab. 18 Tabulka pro stanovení dílčích hodnocení variant vzhledem ke kritériu K_4</i>	46
<i>Tab. 19 Hodnoty variant pro ilustrativní příklad fuzzy logiky</i>	50
<i>Tab. 20 Popisná vstupní matice</i>	51
<i>Tab. 21 Transformační matice</i>	51
<i>Tab. 22 Vstupní stavová matice pro variantu M_1</i>	52
<i>Tab. 23 Zvolená kritéria pro posouzení plánu krizové připravenosti</i>	69
<i>Tab. 24 Saatyho matice pro skupiny kritérií (PKP)</i>	72
<i>Tab. 25 Saatyho matice pro kritéria ve skupině S_1 (PKP)</i>	72
<i>Tab. 26 Saatyho matice pro kritéria ve skupině S_2 (PKP)</i>	72
<i>Tab. 27 Saatyho matice pro kritéria ve skupině S_3 (PKP)</i>	73
<i>Tab. 28 Saatyho matice pro kritéria ve skupině S_4 (PKP)</i>	73
<i>Tab. 29 Saatyho matice pro kritéria ve skupině S_5 (PKP)</i>	73

<i>Tab. 30 Výsledné váhy kritérií a jejich pořadí (PKP)</i>	<i>74</i>
<i>Tab. 31 Výsledné hodnoty pro variantu plánu krizové připravenosti.....</i>	<i>75</i>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Plán krizové připravenosti – modelový případ

Plán krizové připravenosti (modelový případ)

(Gymnázium Lukavice, Novákova 24, 769 02 Lukavice)

Ubytování	700
Stravování	1750

OBSAH

1	ZÁKLADNÍ ČÁST	3
1.1	VYMEZENÍ PŮSOBNOSTI VZDĚLÁVACÍHO ZAŘÍZENÍ	3
1.1.1	Obecná působnost	3
1.1.2	Působnost za krizových situací	3
1.2	VYMEZENÍ ODPOVĚDNOSTI VZDĚLÁVACÍHO ZAŘÍZENÍ	4
1.2.1	Obecná odpovědnost	4
1.2.2	Odpovědnost za krizových situací	4
1.3	CHARAKTERISTIKA ORGANIZACE KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ.....	4
1.4	VÝČET KRIZOVÝCH OHROŽENÍ A JEJICH DOPAD NA ČINNOST	5
1.5	ZÁSADY PRO POUŽITÍ PLÁNU KRIZOVÉ PŘIPRAVENOSTI.....	6
2	PŘÍLOHOVÁ ČÁST	7
2.1	PŘEHLED URČENÝCH VZDĚLÁVACÍCH ZAŘÍZENÍ	7
2.1.1	V rámci správního obvodu (SO) města Tábor	7
2.1.2	V rámci SO JčK – evakuace vlastního vzdělávacího zařízení do cizích.....	7
2.1.3	V rámci SO JčK – evakuace cizích vzdělávacích zařízení do vlastního.....	7
2.2	PLÁN SVOLÁNÍ ZAMĚSTNANCŮ VZDĚLÁVACÍHO ZAŘÍZENÍ.....	7
2.3	ZABEZPEČENÍ KRIZOVÝCH OPATŘENÍ	8
2.3.1	Kapacita ubytovacích možností	8
2.3.2	Kapacita stravovacích možností.....	9
2.3.3	První pomoc, psychologická, zdravotnická a sociální péče	9
2.3.4	Opatření ochrany obyvatelstva.....	9
2.3.5	Pomoc při vyhledávání zákonných zástupců	10
2.3.6	Evidence ubytovaných a stravovaných	10
2.4	PŘEHLED SLUŽEB A POTŘEBNÉHO MATERIÁLU	11
2.5	PLÁN SPOJENÍ	11
2.6	OPATŘENÍ V OBLASTI VZDĚLÁVÁNÍ A ORGAN. OPATŘENÍ	12
3	ÚČINNOST PLÁNU KRIZOVÉ PŘIPRAVENOSTI	12
4	AKTUALIZACE PLÁNU KRIZOVÉ PŘIPRAVENOSTI	12

1 ZÁKLADNÍ ČÁST

Plán krizové připravenosti vzdělávacího zařízení je zpracován na základě vyhlášky Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy č. 281/2001 Sb., kterou se provádí § 9 odst. 5 písm. a) zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (dále jen „vyhláška“).

Plán krizové připravenosti zpracovává vzdělávací zařízení ve spolupráci s orgány obce, orgány kraje, popř. dalšími orgány určenými podle zvláštních právních předpisů.

1.1 Vymezení působnosti vzdělávacího zařízení

1.1.1 Obecná působnost

Obecná působnost předškolních zařízení, základních škol aj. školských zařízení (dále jen „vzdělávací zařízení“) je vymezena zákonem č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon).

Školský zákon upravuje předškolní, základní, střední a vyšší odborné vzdělávání ve vzdělávacích zařízeních, stanoví podmínky, za nichž se vzdělávání a výchova (dále jen „vzdělávání“) uskutečňuje, vymezuje práva a povinnosti fyzických a právnických osob při vzdělávání a stanoví působnost orgánů vykonávajících státní správu a samosprávu ve školství. Vzdělávání poskytované podle školského zákona je veřejnou službou.

1.1.2 Působnost za krizových situací

Vzdělávací zařízení – Gymnázium Lukavice, Novákova 24, 769 02 Lukavice je příslušným orgánem krizového řízení (popř. zpracovatele krizového plánu) – na základě § 29 krizového zákona a v souladu s odst. 1 § 2 vyhlášky určeno k vykonávání základní péče o děti/žáky při vyhlášení krizových stavů po dobu nezbytně nutnou, kdy nemohou vykonávat péči zákonní zástupci, s cílem zabezpečit ochranu jejich života, zdraví, osobního majetku a základních práv.

Péče je vykonávána v objektech vzdělávacího zařízení vhodných pro tuto činnost s vytvořenými materiálně technickými, personálními a jinými podmínkami nebo v jiných odpovídajících objektech, které jsou zajištěny na základě smlouvy uzavřené vzdělávacím zařízením nebo stanoveny příslušným orgánem krizového řízení.

Vzdělávací zařízení spolupracuje při vytváření podmínek pro řešení krizových situací a při plnění povinností stanovených orgány krizového řízení s příslušnými orgány veřejné správy a dalšími subjekty.

1.2 Vymezení odpovědnosti vzdělávacího zařízení

1.2.1 Obecná odpovědnost

Vzdělávací zařízení – ředitel (mimo jiné):

- a) rozhoduje ve všech záležitostech týkajících se poskytování vzdělání a školských služeb,
- b) odpovídá za to, že vzdělávací zařízení poskytuje vzdělávání a školské služby v souladu se školským zákonem a vzdělávacími programy,
- c) odpovídá za odbornou a pedagogickou úroveň vzdělávání a školských služeb,
- d) odpovídá za zajištění dohledu nad dětmi/žáky,
- e) stanovuje organizaci a podmínky provozu vzdělávacího zařízení.

1.2.2 Odpovědnost za krizových situací

Vzdělávací zařízení odpovídá za péči o své vlastní děti/žáky a za péči o cizí děti/žáky, pokud tak rozhodne příslušný orgán krizového řízení. Po vydání rozhodnutí vzdělávací zařízení zajišťuje, pokud péči o děti/žáky nemohou v krizové situaci vykonávat rodiče nebo jiní zákonní zástupci, nepřetržitý provoz.

Vykonáváním péče, mimo výchovně vzdělávací činnost, se rozumí zajištění ubytování, stravování, první pomoci, psychologické a zdravotnické péče s příslušnými odbornými orgány a zařízeními, pomoc při vyhledávání zákonných zástupců i při řešení dalších potřeb vyvolaných krizovou situací a vedení trvale aktualizované evidence ubytovaných a stravovaných osob. Za připravenost vzdělávacího zařízení na řešení krizových situací odpovídá jeho ředitel.

1.3 Charakteristika organizace krizového řízení

Po vyhlášení krizového stavu – „stavu nebezpečí“ (p.č. 2-5), „nouzového stavu“ (p.č. 1-5), „stavu ohrožení státu“ (p.č. 1-5) nebo „válečného stavu“ (p.č. 1-5) je organizace krizového řízení následující:

Vláda ČR - Ústřední krizový štáb	1.	Pracovní orgán vlády ČR k řešení krizových situací podle § 4 odst. 1 písm. c) krizového zákona.
Hejtmán VmK - Krizový štáb Východomoravského kraje	2.	Pracovní orgán hejtmána Vm kraje k řešení krizových situací podle § 14 odst. 2 písm. b) krizového zákona.
Starosta ORP - Krizový štáb ORP Lukavice	3.	Pracovní orgán starosty ORP k řešení krizových situací podle § 18 odst. 3 písm. a) krizového zákona.
Starosta města/obce (MÚ/OÚ/ÚMČ) Lukavice Krizový štáb obce Lukavice	4.	Pracovní orgán starosty k řešení krizových situací podle § 21 odst. 2 písm. a) krizového zákona. Není-li zřízen krizový štáb města/obce, plní funkci starosta a městský/obecní úřad/ÚMČ podle § 21-22 krizového zákona.
Vzdělávací zařízení Gymnázium Lukavice	5.	Právní osoba určená orgánem krizového řízení (zajišťující plnění opatření vyplývajících z krizového plánu) podle § 29 krizového zákona k vykonávání péče o děti/žáky.

1.4 Výčet krizových ohrožení a jejich dopad na činnost

Zdroj ohrožení	Popis ohrožení	Dopad na činnosti vzdělávacího zařízení
Požár	Vznik požáru v některé z budov školy.	Nutná evakuace, dlouhodobější narušení běžného provozu vzdělávacího zařízení. Nezbytné opravy po požáru.
Výpadek elektrické energie	Dlouhodobější přerušení dodávek elektrické energie pro objekt školy.	Narušení běžného provozu vzdělávacího zařízení, jídelny, internátu a výuky odborného výcviku.
Přerušení dodávek zemního plynu	Dlouhodobější přerušení dodávek zemního plynu pro objekt školy.	Narušení běžného provozu vzdělávacího zařízení, internátu a výuky odborného výcviku.
Únik chemických látek	Únik chemických látek podniků v Táboře, které s těmito látkami pracují.	Nutná evakuace, narušení běžného provozu vzdělávacího zařízení.
Jaderná havárie	Jaderná havárie vzniklá v JE Hovorčany.	Nutná evakuace, narušení běžného provozu vzdělávacího zařízení.

1.5 Zásady pro použití plánu krizové připravenosti

Zpracovaný plán krizové připravenosti se použije v případě, pokud:

- a) hejtman Východomoravského kraje vyhlásí „stav nebezpečí“ podle § 3 odst. 3 krizového zákona pro území Východomoravského kraje nebo pro část území Východomoravského kraje zahrnující město Lukavice,
- b) hejtman Východomoravského kraje vyhlásí „stav nebezpečí“ podle § 3 odst. 3 krizového zákona pro část území Východomoravského kraje, které sice nezahrnuje město Lukavice, ale ve svých krizových opatřeních uloží vzdělávacím zařízením zabezpečovat péči o děti/žáky,
- c) vláda České republiky vyhlásí „nouzový stav“ podle čl. 5 odst. 1 ústavního zákona č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky, pro území ČR nebo část území ČR, v němž se nachází město Lukavice,
- d) Parlament ČR vyhlásí „stav ohrožení státu“ podle č. 7 odst. 1 ústavního zákona č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky,
- e) Parlament ČR vyhlásí „válečný stav“ podle č. 2 odst. 1 ústavního zákona č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky.

Ve všech výše uvedených případech rozhodne o zahájení činnosti podle tohoto plánu krizové připravenosti ředitel vzdělávacího zařízení na základě pokynu příslušného orgánu krizového řízení, kterým je:

- a) předseda Krizového štábu města Lukavice (tj. starosta města Lukavice),
- b) předseda Krizového štábu obce s rozšířenou působností Lukavice,
- c) předseda Krizového štábu Východomoravského kraje (tj. hejtman Východomoravského kraje).

2 PŘÍLOHOVÁ ČÁST

2.1 Přehled určených vzdělávacích zařízení

2.1.1 V rámci správního obvodu (SO) města Lukavice

Název zařízení	Adresa zařízení	Ředitel zařízení	Spojení
Gymnázium Lukavice	Novákova 24, 769 02 Lukavice	Ing. Petr Draxler	+420 422 254 166

2.1.2 V rámci SO VmK – evakuace vlastního vzdělávacího zařízení do cizích

Název zařízení	Adresa zařízení	Ředitel zařízení	Spojení
Vyšší odborná škola a Střední zemědělská škola, Holice	Náměstí T. G. Masaryka 788, 799 02 Holice	Ing. Blažena Hořejší	+420 604 260 825
SUPŠ Šumperce	Písecká 203, 391 65 Šumperce	PaedDr. Jiří Novotný	+420 723 233 306
VOŠ, SŠ, COP Janovo Ústí	Budějovická 421, 391 02 Janovo Ústí	Ing. František Kamla	+420 602 471 480

2.1.3 V rámci SO VmK – evakuace cizích vzdělávacích zařízení do vlastního

Název zařízení	Adresa zařízení	Ředitel zařízení	Spojení
VOŠ, SŠ, COP Janovo Ústí	Budějovická 421, 391 02 Janovo Ústí	Ing. František Kamla	+420 602 471 480

2.2 Plán svolání zaměstnanců vzdělávacího zařízení

Funkce	Jméno, příjmení	Adresa	Spojení
ředitel školy	Ing. Petr Draxler	Zavadilská 2842, 769 02 Lukavice	+420 605 879 341
zástupce ředitele	Ing. Milena Cibulková	U vodárny 170, 391 81 Veselí nad Dřevnicí	+420 721 980 579
školník	Petr Zaorálek	Vídeňská 2761, 399 05 Janovice	+420 604 560 256

vedoucí kuchařka	Pavla Svobodová	Jeníčkova Lhota 42, 391 37 Lukavice	+420 720 679 033
ekonomka	Mgr. Irena Pavlíková	Gabrielovo náměstí 7, 391 55 Chýnovice	+420 607 642 008
ředitel odborného výcviku	Karel Raška	Hlinická 250, 391 37 Chotovinské Malešice	+420 728 010 330
vychovatelka	Ivana Novotná	Nám. T. G. Masaryka 2, 391 65 Brázdovice	+420 723 900 380

2.3 Zabezpečení krizových opatření

2.3.1 Kapacita ubytovacích možností

Způsob ubytování	Kapacita			Možnost ubytování (maximální)
	ubytovny	tělocvičny	třídy	
	počet osob max.			
Internátní ubytování – stávající	400	---	---	400
Nouzové ubytování (od 2 nocí)	---	80	50	130
Nouzové ubytování krátkodobé (1 noc)	---	100	80	180
Maximální plánovaný počet ubytovaných - souhrn	710			710

Přehled učeben (jiných místností, čísla, pozice) určených k nouzovému ubytování:

- ubytovna internátního typu s dvoulůžkovými až čtyřlůžkovými pokoji vybavené sociálním zařízením,
- 3 tělocvičny vybavené matracemi, v areálu tělocvičen sociální zařízení,
- 5 učebních místností umístěných v přízemí budovy se společným sociálním zařízením.

Druh vytápění:

- řešené centrálním vytápěním zemním plynem, kotelna umístěna ve sklepních prostorech hlavní budovy školy.

2.3.2 Kapacita stravovacích možností

Způsob stravování	Kapacita		Možnost stravování (maximální)
	při běžném provozu	+ zvýšená pro nouzový provoz	
Vlastní vyvařovna/jídelna	1000	400	1400
Jiný způsob – smluvní, dovoz	0	350	350
Maximální plánovaný počet stravovaných - souhrn	1750		1750

2.3.3 První pomoc, psychologická, zdravotnická a sociální péče

První pomoc je poskytována pedagogickým pracovníkem školy (Mgr. Irena Mládková) v místnosti číslo A 205. Tento pracovník má osvědčení o absolvování kurzu první pomoci.

Seznam poskytovatelů specifické péče:

Adresa subjektu	Druh péče	Spojení
Světlogorská 2764, 769 02 Lukavice	praktický lékař pro děti a dorost	+420 422 264 055
Bechyňská 26/30, 391 65 Šumperce	pedagogicko psychologická poradna	+420 602 181 423
Husovo nám. 2938, 390 11 Lukavice	Oddělení sociální právní ochrany dětí a rodiny	+420 422 486 414

2.3.4 Opatření ochrany obyvatelstva

a) Varování:

- městským rozhlasem, varovný signál sirénou

b) Vyrozumění / informování:

- telefonicky od orgánů krizového řízení města Lukavice

c) Informování v rámci vzdělávacího zařízení:

- ředitel telefonicky nebo za pomoci rozhlasu vzdělávacího zařízení informuje ubytovatelku, vedoucí kuchařku, třídní učitele a další důležité osoby.

d) Zabezpečení improvizovaného ukrytí / počet ukryvaných osob:

- improvizovaný úkryt lze realizovat v budově, kde je umístěn internát. V přízemí se nachází prostor školního kina.

e) Možnosti ukrytí ve stálém úkrytu / počet ukryvaných osob:

- nezabezpečeno

f) Zajištění improvizované ochrany dýchacích cest a povrchu těla:

- Překrytí úst a nosu za použití vodou mírně navlhčené roušky z kapesníku, froté ručníku, utěrky, kusu flanelové látky, navlhčené buničité vaty, mnohonásobně přeloženého, navlhčeného toaletního papíru, ubrousků apod.
- Tělo - větší počet vrstev oděvů a kombinace oděvů např. oblek a pláštěnka. Použité oděvy je nutné utěsnit u krku, rukávů a nohavic.

g) V případě pokynu starosty obce/města nebo vyhlášení stavu ohrožení státu a válečného stavu převezme vzdělávací zařízení prostředky individuální ochrany ve stanoveném množství a místě na základě pokynu příslušného orgánu krizového řízení.

V místnostech č. A 201 budou zřízena „Výdejní střediska prostředků individuální ochrany“ pro 1000 osob (děti/žáci, personál). Za výdej a řádnou evidenci prostředků individuální ochrany odpovídají školník Petr Zaorálek a vychovatelka Ivana Novotná.

2.3.5 Pomoc při vyhledávání zákonných zástupců

Pro pomoc dětem/žákům při vyhledávání jejich zákonných zástupců jsou určeni zástupkyně ředitele Ing. Milena Cibulková a Mgr. Josef Straka v součinnosti s orgány městského úřadu Lukavice, Policií ČR a městskou policií Lukavice.

2.3.6 Evidence ubytovaných a stravovaných

K evidenci ubytovaných a stravovaných dětí/žáků a jiných osob jsou určeni třídní učitelé jednotlivých tříd, kteří při jejich zabezpečení ve vzdělávacím zařízení spolupracují zejména s místním orgánem krizového řízení. Evidence ubytovaných a stravovaných je zveřejněna u vstupu do vzdělávacího (náhradního) zařízení a je průběžně upřesňována (viz. vzor tabulky). Seznam studentů je vyexportovaný ze školního informačního systému, je pravidelně aktualizovaný a doložen jako příloha tohoto plánu.

2.4 Přehled služeb a potřebného materiálu

P. č.	Druh služby a potřebného materiálu	Poskytovatel (vlastní, externí)	Způsob zabezpečení	Pozn.
1.	doprava pro evakuaci	SOMETO PLUS, spol. s r.o.	přistavení autobusů v době evakuace	
2.	dodávka stravy	Hotel Palcát, Lukavice	dovoz stravy v rámci nouzového provozu	
3.	spací pytle a přikrývky	HASS HROBY s.r.o.	dodávka tohoto materiálu v případě evakuace	

2.5 Plán spojení

Subjekt	Funkce	Spojení
KŠ VmK	vedoucí – hejtman	+420 386 720 492
	tajemník KŠ VmK	+420 386 720 497
	vedoucí SPS	+420 386 720 489
KŠ ORP Lukavice	vedoucí KŠ ORP Lukavice – starosta	+420 381 486 130
	tajemník KŠ	+420 381 486 500
	tajemník MÚ	+420 381 486 133
HZS VmK – územní odbor Lukavice	KOPIS HZS VmK	150
	velitel PS Lukavice	+420 950 221 111
Krajské ředitelství policie VmK	KOS KŘ policie VmK	158
	ÚO PČR Lukavice	+420 974 238 700
ZZS VmK	KOS ZZS	155
	Územní pracoviště Lukavice	+420 381 792 126
Nemocnice Janovo Ústí	ředitel	+420 381 608 111
Městská policie Lukavice		156
	ředitel	+420 725 032 426
Vojenské orgány	KVV Lukavice	973 321 223

2.6 Opatření v oblasti vzdělávání a organ. opatření

V oblasti vzdělávání a organizačního zabezpečení provozu budou ředitelem vzdělávacího zařízení přijímána a realizována následující opatření:

a) v období přípravy na řešení krizových situací:

- pro období krizového stavu je vzdělávacím zařízením připraven upravený vnitřní předpis obsahující organizační zabezpečení provozu v krizové situaci,
- v rámci přípravy a při vytváření podmínek pro řešení krizových situací jsou přijímána preventivní opatření, zajišťován výběr, školení a výcvik zaměstnanců, popř. dětí/žáků,
- jsou uzavírány smlouvy k zabezpečení spolupráce v období krizového stavu,

b) v období vyhlášení krizového stavu:

- další opatření k zajištění nezbytných materiálových a energetických zdrojů a techniky (např. potraviny, léky, voda, hygienické potřeby, potřeby pro nouzové ubytování a stravování, protipožární opatření, z odolnění, atp.),
- omezení práv dětí/žáků i zaměstnanců (personálu) vzdělávacího zařízení,
- nařízení pracovní pohotovosti zaměstnancům vzdělávacího zařízení,
- rozhodnutí o změnách druhů práce stávajících zaměstnanců,
- stanovení navýšení počtu zaměstnanců vzdělávacího zařízení,
- omezení výuky, úprava výuky nebo zrušení výuky (v nezbytném případě),
- požádání místního orgánu krizového řízení o uložení pracovní povinnosti nebo pracovní výpomoci jiným osobám k výpomoci při organizačním zabezpečení provozu vzdělávacího zařízení, pokud nedostačují síly vlastní.

3 ÚČINNOST PLÁNU KRIZOVÉ PŘIPRAVENOSTI

Plán krizové připravenosti nabývá účinnosti dnem 1. 1. 2013

4 AKTUALIZACE PLÁNU KRIZOVÉ PŘIPRAVENOSTI

Aktualizace plánu krizové připravenosti se provádí vždy, dojde-li ke změnám týkající se opatření uvedených v plánu krizové připravenosti.

Za aktualizaci odpovídá Ing. Petr Draxler.

Záznam o provedené aktualizaci plánu krizové připravenosti:

Datum aktualizace	Rozsah aktualizace (aktualizované části)	Aktualizaci provedl	Podpis