

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Bakalářská práce

Vícekritériální rozhodování pro spotřebitele

Stanislav Kotlan

© 2017 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Stanislav Kotlan

Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

Vícekritériální rozhodování pro spotřebitele

Název anglicky

Multicriteria decision for consumers

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je vybrat, posoudit a poté doporučit uživateli konkrétní typ dálkově řízeného sekacího stroje. Sekačku vybíráme pro příspěvkovou organizaci Technické služby města Klatov. Výběr bude proveden ze strojů dostupných na českém trhu podle více kritérií. Budou zohledněny požadavky uživatele při volbě kritérií a stanovení jejich vah.

Metodika

Metodika a rozvržení BP

S ohledem na cíl bakalářské práce je třeba splnit dílčí cíle. Ty pomohou úspěšné realizaci vytýčeného cíle.

Teoretická část – prostudování odborné literatury

– vybrat vhodné metody pro vícekritériální analýzy

Praktická část – posouzení vhodnosti variant a kritérií

– užití a aplikace teoretických znalostí pro konkrétní případ

– vyhodnocení výsledků a vypracování návrhu konkrétní varianty

sekacího stroje

Závěr – doporučení výběru sekacího stroje

Doporučený rozsah práce

30-35 stran

Klíčová slova

sekací stroj, vícekriteriální rozhodování, rozhodovací proces, kritérium, metoda

Doporučené zdroje informací

- BROŽOVÁ, Helena., HOUŠKA, Milan., ŠUBRT, Tomáš. Modely pro vícekriteriální rozhodování. ČZU v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra systémového inženýrství. Praha: Credit 2003. 178 s. ISBN 978-80-213-1019-3
- FIALA, Petr. Modely a metody rozhodování. VŠE v Praze, Fakulta informatiky a statistiky. nakladatelství: Všeobecná economica, 2006, ISBN 80-7079-748-7
- FOTR Jiří., DĚDINA, Jiří. Manažerské rozhodování. VŠE v Praze, Fakulta podnikohospodářská, 1994. 170 s. ISBN-80-7079-939-0
- FOTR, Jiří. Manažerská rozhodovací analýza. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1992, 106s. ISBN 80-7079-939-0
- JABLONSKÝ, Josef., DLOUHÝ Martin. Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek. Praha: Professional Publishing, 2004. 183 s. ISBN 80-86419-49-5
- LIBERKO, Miloš aj. Transevropská magistrála: Metodologie vícekriteriální analýzy a její aplikace. 1. vyd. Praha: Výzkum. ústav výstavby a architektury, 1988.
- LIDINSKÝ Radek, Bakalářská práce, Aplikace vícekriteriálního rozhodování pro výběr vakuové vývěvy, ČZU Praha 2011, Fakulta provozně ekonomická, Katedra systémového inženýrství
- PLEVNÝ, Miroslav; TĚTKA, Miroslav. Modelování a optimalizace v manažerském rozhodování. 1. vydání, Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2007, 298 s. ISBN 978-80-7043-435-2
- RYDVALOVÁ, Petra a LUKÁŠOVÁ, Iveta. Zhodnocení hospodářského pilíře metodou vícekriteriální analýzy Ekonomické fakulty Technické univerzity v Liberci: (metodický návod). 1. vyd. Liberec: VÚTS, 2012. 56 s. ISBN 978-80-87184-26-4.
- ŠUBRT, Tomáš. Ekonomicko-matematické metody. 1. vydání, Praha: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 352 s. ISBN 978-80-7380-345-2
-

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – PEF

Vedoucí práce

doc. Ing. Ludmila Dömeová, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 18. 10. 2016

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 10. 2016

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 07. 03. 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vícekriteriální rozhodování pro spotřebitele" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.3.2017

Poděkování

Veliké díky patří vedoucí mé bakalářské práce doc. Ing. Ludmile Dömeové, CSc. a to především za trpělivost, vstřícnost a lidský přístup. Dále za pomoc při zpracování tématu a odborné konstruktivní konzultace.

Vícekriteriální rozhodování pro spotřebitele

Souhrn

Cílem bakalářské práce na téma „Vícekriteriální rozhodování pro spotřebitele,, je doporučit pomocí metod vícekriteriální analýzy variant efektivní a nejvíce vhodný sekací stroj pro organizaci Technické služby města Klatovy. Účelem zřízení této organizace je správa a údržba místních komunikací, veřejných prostranství a parkovišť, městského parku, ploch veřejné zeleně, hřbitovů. Provozování a správa městského koupaliště, krytého plaveckého bazénu, autokempu, útulku pro psy. Dále údržba protipovodňových staveb a opatření. Tyto služby vykonává v obvodu města a integrovaných obcích a částečně v rámci soukromých zakázek města Klatovy.

Účelem je eliminovat subjektivní rozhodování osob odpovědných za výběr a pořízení sekacího stroje. Při dnešní marketingové strategii firem nabízejících tento produkt, může jejich sofistikovaností, obchodní znalostí a dalšími prodejními dovednostmi velmi snadno dojít k ovlivnění těchto osob. Tyto vlivy mohou mít za následek neefektivní a neekonomický výběr a nákup požadovaného zařízení. Toto můžeme velmi úspěšně eliminovat pomocí odborných metod jako jsou například Saatyho metoda, metoda AHP, metoda váženého součtu a metoda TOPSIS.

Cílem literární rešerše této bakalářské práce je představit čtenářům rozhodovací modely, jejich aplikaci a využití. Vyřešení rozhodovacího problému při výběru sekacího stroje a zvolení vhodné varianty pomocí použitých metod je cílem této případové studie. Dle výsledku tohoto výběru poté organizaci Technické služby města Klatovy bude doporučen ke koupi nejlépe vyhovující typ sekacího stroje.

Klíčová slova: sekací stroj, vícekriteriální rozhodování, rozhodovací proces, analýza variant, kritérium, metoda TOPSIS, metoda AHP, Saatyho metoda, varianta,

Multicriteria decision for consumers

Summary

The main target of the Bachelor's thesis called "The Multicriterial Decision Making of Users" is to recommend an efficient and the most suitable mowing machine for the Technical Services of Klatovy by the methods of the multicriterial analysis of options. The purpose of establishing this organization is a management and maintenance of the local communications, public places and parking lots, the city park, areas of public greenery, cemeteries. A service and management of city aquapark, the indoor swimming pool, the motor camp, the dog shelter. Then also the maintenance of flood protection buildings and other measures. These services are practiced in the city area and integrated villages and partly also within private commissions of the city of Klatovy.

The purpose is to eliminate a subjective decision making of the people responsible for the selection and purchase of the mowing machine. These persons can be easily influenced by the sophistication, the business knowledge and other selling skills of the marketing strategies of the firms offering this product. This kind of influences can result in an inefficient and uneconomical selection and purchase of the required merchandise. However, it is possible to successfully eliminate these influences by professional methods such as Saaty method, AHP method, method of a weighted residual and the TOPSIS method.

The aim of the searches of literature of the Bachelor's thesis is to introduce the decision-making models, its application and utilization to the readers. The solution of the decision-making problem during the selection of the mowing machine and the choice of an appropriate variation by the used methods is the target of this case study.

According to the result of this selection, the Technical Services of Klatovy will be recommended the most suitable type of the mowing machine to purchase.

Keywords:

Mowing machine, multicriterial decision making, decision making process, analysis of the options, criterion, TOPSIS method, AHP method, Saaty method, variation.

Obsah

1 Úvod	9
2 Cíl práce a metodika	11
2.1 Cíl práce	11
2.2 Metodika	11
3 Teoretická východiska	12
3.1 Rozhodovací procesy	12
3.2 Základní pojmy vícekritériální analýzy variant	12
3.2.1 Kritéria	13
3.2.2 Varianty	14
3.3 Metody odhadu vah kritérií	15
3.3.1 Saatyho metoda	15
3.4 Metody výběru kompromisních variant	17
3.4.1 Metoda váženého součtu	17
3.4.2 Metoda TOPSIS	18
3.4.3 Metoda AHP	19
4 Analytická část	21
4.1 Profil společnosti.....	21
4.1.1 Služby organizace	21
4.1.2 Dodavatelé	22
4.1.3 Technika v organizaci	22
4.1.4 Požadavky na vhodnou variantu sekacího stroje	23
4.1.5 Stanovení kritérií.....	23
4.1.6 Popis jednotlivých variant	24
4.1.7 Stanovení vah pomocí Saatyho metody	27
4.1.8 Metoda váženého součtu	28
4.1.9 Metoda TOPSIS	30
4.1.10 Metoda AHP – hierarchický analytický proces	32
5 Výsledky a diskuse	37
6 Závěr	38
7 Seznam použitých zdrojů	40
8 Seznam příloh, tabulek a schémat	42
8.1 Tabulky a schémata	42
8.2 Seznam příloh.....	42
8.3 Přílohy	43

1 Úvod

Rozhodování je přirozená činnost provázející populaci již od jejího počátku. Je spojeno s rozhodováním člověka a to v každé věkové kategorii. Přicházíme s nimi do vzájemné konfrontace takřka na každém kroku. Jak jednoduchá v dětském období, tak složitá v dospělosti. Každodenně se používají v různých formách obtížnosti a důležitosti.

Jednoduchá rozhodování se dělají rychle a intuitivně. Když se o něčem rozhodujeme, náš mozek je zaplavený emocemi, které nás, aniž bychom si to uvědomovali, silně ovlivní. Intuice vypěstovaná předcházejícími zkušenostmi lidstva, nás vede přes současně prožívanou situaci a často vyřeší problém mnohem dříve, než bychom ho racionálně přehodnotili.

Složitá a důležitá rozhodování trvají déle a věnuje se jim více času. Jak se rozhodnout o nejvýhodnějším financování našich potřeb? Spekuluje se, která daná kritéria jsou důležitější. Podle kterých se rozhodnout, aby dospěli k co nejvíce výhodnému a efektivnímu výsledku. Poptávají recenze od blízkých osob, přátel a dalších osob, u kterých předpokládají určitou zkušenost a odbornou znalost o produktu. Rozhodování na základě těchto informací však přináší různá úskalí v podobě možné snahy těchto osob o využití naší nevědomosti a nezkušenosti. Jejich snahou je vytěžit ze situace maximální užitek a zisk, někdy až bezohledným a lstivým jednáním.

Přichází samozřejmě i otázka vlastního vzdělávání a informovanosti v rámci poptávaného produktu. V dnešní době IT technologií je přístup k mnoha publikacím, článkům, recenzím a průzkumům. Jejich objektivita je však samozřejmě na uváženu. Lze sáhnout po odborných publikacích a snažit se najít metody rozhodování vhodné a objektivní. Rozhodování je činěno nejen v soukromém životě, ale samozřejmě i v rámci firem, podniků a organizací. A to denně jak v soukromém tak i ve státním sektoru. Samozřejmě u organizací, podniků a firem jsou rozhodování složitější náročnější a odbornější.

K těm složitějším jsou hledány objektivní informace, recenze a výsledky různých průzkumů v dané konkrétní problematice. Velmi závažná, složitá a důležitá rozhodování jsou řešena za pomoci odborníků a specialistů. Rozhodování je proces, při kterém jedinec či kolektiv

vybírání nejlepší varianty ze všech možných. Taková varianta potom nejlépe splňuje daná kritéria a očekávání. Logika a analytické myšlení často nejsou základem rozhodnutí, jen ho následně zdůvodní a podpoří argumenty. V tento okamžik začínají lidé vyhledávat alternativní metody, aby dosáhly neoptimálnějšího výsledku.

Valná většina společností ve světě vykonává svůj podnikatelský záměr a činnost s vidinou maximálního zisku a výdělku. Řeší se vize a strategie pro úspěšné uchycení určitého výrobku, produktu nebo služby na trhu. Rozhodování, s kým spolupracovat a jak financovat svoje záměry. Řeší, zda bude mít zaměstnance a pokud ano, jaká bude jejich struktura a náročnost na financování. Z toho samozřejmě vyplývající práva a povinnosti. Uvažuje nad právní formou a z toho plynoucí silné a slabé stránky dané společnosti. Je to nespočet více či méně důležitých rozhodnutí, které však v souhrnu musí společně fungovat v symbioze, pro úspěšný a efektivní chod společnosti.

Mnoho rozhodnutí bylo učiněno spontánně a intuitivně na základě životních zkušeností a praxe. Ne všechna byla zřejmě efektivní, správná a nejvhodnější. Do takového rozhodování se nám totiž prolínají subjektivní pocity a emoce, i když nám se zdá, že se rozhodujeme naprosto objektivně a správně. Nejsme schopni svojí myslí obsáhnout a vstřebat všechna potřebná data a informace pro složitější případy výběrů. To má samozřejmě za následek zkreslení výsledného obrazu pro rozhodnutí. Tímto tedy velice jednoduše dojde ke špatné nebo neefektivní volbě. Opravitelná nebo méně důležitá rozhodnutí nebudou mít zřejmě zásadní následky. Dopady u těch důležitých, závažných a složitějších pak mohou být velmi zásadní a v některých případech až likvidační. Takto nesprávný krok může mít za následek snížení finančních prostředků společnosti nebo dokonce nadlimitní zadlužení. V krajním případě může dojít k jejímu bankrotu nebo zániku.

Proto, aby se předešlo těmto negativním jevům, je vhodné a v mnoha případech nutné, využití odborných rozhodovacích modelů a matematických postupů. Daný podnik by měl odborníky takového charakteru zaměstnávat nebo s nimi externě spolupracovat. V konečném důsledku je to vždy přínosem, jelikož takovéto zpracování problému uspoří mnoho času a samozřejmě financí a dané výsledky budou přesnější, objektivnější a použitelnější. Organizace dosáhne maximální efektivity v rámci své činnosti a subjekty

zodpovědné za rozhodování mohou nerušeně pracovat na jiných, dalších procesech podniku. Využití matematických metod v rozhodovacích procesech považují v dnešní době za nutnost a sofistikované řízení organizace, které je nutné k jejímu úspěšnému chodu a prosperitě.

Tato bakalářská práce je představením efektivního a sofistikovaného výběrového řízení při pořízení sekacího stroje, pro potřeby organizace Technické služby města Klatovy. V práci je zahrnuta výchozí situace organizace, teoretické poznatky o řešené problematice, praktické výpočty, z nichž vyplívá nejefektivnější a nejoptimálnější varianta pro nákup požadovaného stroje.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je vybrat, posoudit a poté doporučit uživateli konkrétní typ dálkově řízeného sekacího stroje. Bude využito metod vícekriteriální analýzy a na základě provedeného rozboru doporučena rozhodovateli vhodná varianta výběru. Vypracovaná analýza by měla v budoucnu sloužit zadavateli jako návod pro rozhodování, v rámci pořizování a nákupu techniky. Sekačku vybíráme pro příspěvkovou organizaci Technické služby města Klatov. Nový sekací stroj bude sloužit organizaci jako prostředek k činnostem souvisejícím s udržováním travních ploch a podobných lokalit. Výběr bude proveden ze strojů dostupných na českém trhu podle více kritérií. Budou zohledněny požadavky uživatele při volbě kritérií a stanovení jejich vah.

2.2 Metodika

S ohledem na cíl bakalářské práce je třeba splnit dílčí cíle. Ty pomohou úspěšné realizaci vytýčeného cíle. Práce je členěna na dvě fáze. První fáze je vyhledání a popis odborné literatury, která bude využita k výběru vhodných metod, potřebných pro vypracování druhé fáze práce. Tou je zpracování a vyhodnocení použitých informací a dat, vhodnými vybranými metodami. Realizovanými výpočty jsou získaná data vyhodnocena, sumarizována a ustanovena nejvhodnější varianta pořízení sekacího stroje pro organizaci Technické služby města Klatov.

3 Teoretická východiska

3.1 Rozhodovací procesy

V úvodní části bakalářské práce je zmiňováno, že ve všech lidských činnostech a jednáních se vyskytují rozhodovací problémy, u kterých existují možnosti volby více variant. Tyto problémy se nazývají **rozhodovací problémy**. Postup vedoucí k výběru efektivního řešení je nazván **rozhodovací proces**. Finální a konečnou fází, uzavírající celý rozhodovací proces je potom nazýváno **rozhodnutí**. (Vaněčková, 1998).

V Získal a Havlíček (2001) jsou rozhodovací procesy členěny podle kvality vstupních informací:

- ⊗ Dobře strukturované, rozhodovatel má k dispozici všechny informace potřebné k rozhodnutí o přijetí nejvhodnější varianty (informace z dřívějších řešených situací, techniky, postupy)
- ⊗ Nestrukturované jsou opakem strukturovaných. K dispozici jsou informace nekompletní, zavádějící nebo žádné.
- ⊗ Semistrukturované rozhodovací procesy představují širokou řadu situací mezi nestrukturovaným a strukturovaným rozhodováním.

3.2 Základní pojmy vícekriteriální analýzy variant

Při řešení rozhodovacích problémů je třeba použít více kritérií, pro volbu nejvhodnější varianty. Odlišují-li se od sebe jednotlivá kritéria v měrných jednotkách, jsou tyto rozhodovací procesy nazývány úlohami vícekriteriálního rozhodování (Vaněčková, 1998). Varianty se definují jako „*konkrétní rozhodovací možnosti, předmět vlastního rozhodování, jsou realizovatelné a nejsou logickým nesmyslem.*“ (Šubrt a kolektiv, 2011). Stejní autoři definují hodnocení variant, jako kritéria, která mohou být kvantitativního nebo kvalitativního charakteru. Množina rozhodovacích variant se určuje při výpočtech vícekriteriální analýzy. $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, které jsou hodnoceny podle kritérií Y_1, Y_2, \dots, Y_k . Dle kritérií lze údaje uspořádat do tvaru **kriteriální matice**, za předpokladu, že je známo hodnocení variant. (Jablonský 2002), kde prvky v řádcích odpovídají variantám, sloupce

kritériím a prvek matice znázorňuje hodnotu kritéria při volbě dané varianty (Vaněčková 1998).

Kritériální matice

	Y_1	X_2	...	Y_k
X_1	y_{11}	Y_{12}	...	Y_{1k}
X_2	y_2	Y_{22}	...	Y_{2k}
...
X_n	Y_{n1}	Y_{n2}	...	Y_{nk}

3.2.1 Kritéria

Jablonským (2002) jsou kritéria členěna podle povahy tímto způsobem.

- ⊗ Kritéria minimalizačního typu. Varianty s nižšími kritériálními hodnotami jsou hodnoceny lépe.
- ⊗ Kritéria maximalizačního typu. Varianty s vyššími kritériálními hodnotami jsou hodnoceny lépe.

Obvykle se pracuje s kritériální maticí, ve které jsou všechna kritéria minimalizačního nebo častěji maximalizačního typu. Nejsou-li kritéria úkolu již od začátku řešení homogenní, lze použít dva způsoby převodu minimalizačních kritérií na maximalizační (Šubrt, 2011)

- ⊗ „Vynásobení celého sloupce kritériální matice hodnotou -1 , transformace $y_{ij}' = y_{ij}$.“
- ⊗ „Výpočet hodnot, které udávají zlepšení oproti nejhorší kritériální hodnotě, transformace $y_{ij}' = y_{ij} - \max(y_{ij})$.“

Kritéria mohou být dělena také na základě kvantifikovatelnosti (Šubrt 2011).

Kvantitativní kritéria, objektivní, které obsahují objektivně měřitelné údaje.

Kvalitativní kritéria, nejsou objektivně měřitelná.

Mezi jednotlivými kritérii jsou definovány preference, kterými hodnotitel vyjadřuje důležitost jednotlivých kritérií v porovnání s ostatními. Při řešení problému jsou tyto preference považovány za velmi důležité (Brožová, Houška, Šubrt, 2003). Fiala (2006) rozděluje přístupy preferencí mezi kritérii na tyto **informace**:

- ⊗ **ordinální**
- ⊗ **kardinální**
- ⊗ **aspirační**

Ordinální informace - vyjadřují uspořádání kritérií podle pořadí variant z hlediska jednotlivých kritérií nebo uspořádání podle důležitosti kritérií.

Kardinální informace – jsou informace ve formě vah, přičemž váhy jednotlivých kritérií jsou hodnoty z intervalu $<0;1>$. Dané kritérium je důležitější, čím vyšší je hodnota vah jednotlivých kritérií.

Aspirační informace – nejhorší možná hodnota kritéria, ale daná varianta může být ještě akceptována. Pokud této hodnoty daná varianta nedosáhne, není akceptovatelná.

Váhy nebo aspirační úrovně se používají při hodnocení vyjádření důležitosti jednotlivých kritérií. (Šubrt, Brožová, Dömeová, Kučera, 2003). V případě **aspirační úrovně** jsou stanoveny nejhorší přípustné hodnoty, za jejichž předpokladu může být ještě zvolená varianta realizována (Dömeová, Kučera, Šubrt, Brožová, 2003). **Váhami** jsou činitele, jimiž vyjadřujeme stupeň významnosti hodnoceného kritéria. Čím větší význam má kritérium pro rozhodovatele, tím větší má váhu. Jedná se tedy o hodnoty, kterými se násobí bodové hodnocení. Jestliže je jedno kritérium dvakrát důležitější než druhé, bude o něm při výpočtech uvažováno s dvojnásobnou vahou (Plamínek, 1994). Preference kritérií může být vyjádřena mimo dvou výše uvedených ještě **pořadím kritérií**. Také **způsobem kompenzace kritériálních hodnot** nebo také **nemusí být známa vůbec**.

3.2.2 Varianty

Vaněčková (1998) člení varianty na:

- o **Nedominovaná** – je varianta která nemá žádné lepší řešení. Nedominovaná varianta tedy vyjadřuje skutečnost neexistence jiného řešení s pozitivním vlivem na zlepšení účelových funkcí a při tom nedochází k zhoršování jiných funkcí.
- o **Optimální** varianta je případ existence pouze jediného přípustného řešení.
- o **Kompromisní** varianta nastává v okamžiku, je-li součástí rozhodovacího procesu více nedominovaných variant a z nich je vybráno řešení nejvíce odpovídající všem daným kritériím.
- o **Ideální** varianta dosahuje ve všech kritériích nejlepších možných hodnot. Může být skutečná či hypotetická.
- o **Bazální** varianta je opakem ideální varianty. Jednotlivá kritéria dosahují nejhorších hodnot.

Šubrt (2011) ještě uvádí **variantu dominovanou**, která vychází z předpokladu, že všechna kritéria jsou maximalizační. „Varianta a_i dominuje variantu a_j , jestliže platí $(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik}) \geq (y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jk})$ a existuje alespoň jedno kritérium f_l , že $y_{il} > y_{jl}$.“

• **Dominantní varianta** je taková varianta u které je alespoň jedno kritérium lepší, ale žádné není horší, než u dominované varianty.

3.3 Metody odhadu vah kritérií

Při vícekritériálním hodnocení variant musí být nejprve stanoveny váhy jednotlivých kritérií hodnocení a tyto jsou číselným vyjádřením významu těchto kritérií. Čím vyšší význam přiřadíme kritériu, tím vyšší má váhu. K dosažení srovnatelnosti vah souboru kritérií, určených více metodami, se obvykle přistupuje k normování vah takovým způsobem, aby jejich součet byl roven jedné. (Fotr, Dědina, Hrušková, 2000). V historii bylo vytvořeno již mnoho metod stanovení vah s různě velkou složitostí. Pro účely výzkumu, který je zpracován v bakalářské práci byla vybrána Saatyho metoda.

3.3.1 Saatyho metoda

V Saatyho metodě stanovení vah jsou obsaženy dva základní kroky. Prvním kroku jsou zjišťovány preferenční vztahy dvojic kritérií. Jsou uspořádána do přehledné tabulky. Kritéria mohou být seřazena za sebou tak, aby odpovídala stanovenému preferenčnímu pořadí. Toto však není bezpodmínečnou nutností. Druhým krokem jsou stanovovány velikosti této preference. Velikost preference je určována stanoveným počtem bodů z bodové stupnice (Fotr, Dědina, Hrušková, 2000):

- 1 – kritéria jsou navzájem rovnocenná
- 3 – první kritérium je lehce významnější oproti druhému
- 5 – první kritérium má mnohem větší význam ve srovnání s kritériem druhým
- 7 – první kritérium je prokazatelně významnější v porovnání s kritériem druhým
- 9 – první kritérium je absolutně preferováno před druhým kritériem
- V případě potřeby citlivější diferenciace velikosti preferencí dvojic kritérií je možné použít jako mezistupeň sudé hodnoty

Velikost preferencí i-tého kritéria oproti j-tému kritériu lze vyjádřit uspořádáním do tzv. **Saatyho matice**. Prvky Saatyho matice s_{ij} jsou znázorňovány odhady podílů vah kritérií. Z toho plyne $s_{ij} \approx \frac{v_i}{v_j}$. Vypočtené podíly uvádějí skutečnost, kolikrát je jedno kritérium významnější než kritérium srovnávané (Vaněčková, 1998). Výsledkem tohoto kroku je „získání pravé horní trojúhelníkové části matice velikosti preferencí, neboli Saatyho matice, respektive matice relativních důležitostí“. Další prvky na diagonále a levé dolní trojúhelníkové části matice bude možné získat výpočtem, dle následujícího vzorce za předpokladu, že tato matice bude označena písmenem S. (Hrůzová 2000).

$$S_{ij} = 1 \quad \text{pro všechna } i$$

$$S_{ji} = \frac{1}{s_{ij}} \quad \text{pro všechna } i \text{ a } j$$

Výsledná matice bude po té vypadat takto (Šubrt, 2011):

$$S = \begin{bmatrix} 1 & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ 1/s_{12} & 1 & \dots & s_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/s_{1k} & 1/s_{12} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Pomocí Saatyho matice mohou být stanoveny váhy kritérií exaktními nebo aproximativními postupy. Exaktní postup může být založen (Hrůzová, 2000)

- ⊗ výpočtem tzv. vlastního vektoru matice relativních důležitostí
- ⊗ metodou nejmenších čtverců

$$D = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (S_{ij} - \frac{v_i}{v_j})^2 \quad \text{za podmínky} \quad \sum_{i=1}^n v_i = 1$$

V případě rozsáhlejších souborů kritérií vyžadují uvedené postupy zpracování za pomoci počítačových programů pro jejich vysokou náročnost.

Mezi jednodušší varianty stanovení vah kritérií řadíme **Aproximativní postupy**. Nejpoužívanějšími aproximativními metodami jsou bezesporu následující (Hrůzová, 2000):

- ⊖ Součet prvků v každém řádku Saatyho matice. Tyto součty jsou vyděleny součtem všech prvků této matice. Získané podíly v jednotlivých řádcích následně představují odhady vah odpovídajících kritérií. Tímto výpočtem jsou získány hrubé odhady vah daných kritérií.
- ⊖ Prvky každého sloupce Saatyho matice jsou vyděleny součtem prvků náležitého sloupce. Tím vznikne normalizovaná matice, v níž jsou sečteny prvky v každém řádku. Následně probíhá normalizace těchto řádkových součtů, což znamená jejich vydělení součtem všech prvků normalizované matice. Touto normalizací jsou stanoveny odhady vah odpovídajících kritérií. Oproti prvé uváděné, jsme touto metodou získali lepší aproximaci dat.
- ⊖ Stanovení geometrických průměrů Saatyho matice. Násobením prvků jednotlivých řádků matice a stanovením n-té odmocniny získaných součinů dostaneme geometrické průměry. Následuje další krok a tím je normalizace řádkových geometrických průměrů. Z nich jsou získávány kvalitní odhady vah odpovídajících kritérií.

3.4 Metody výběru kompromisních variant

Jako nejvhodnější metody výběru kompromisních variant jsou zvoleny, metoda AHP, metoda TOPSIS a v neposlední řadě metoda váženého součtu.

3.4.1 Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu vyžaduje kardinální informace. Je založena na principu maximalizace užitku. Předpokládáme, že známe matici Y a vektor vah kritérií \vec{v} . Lze ji použít pro hledání jediné nejvýhodnější varianty i pro seřazení všech variant od nejlepší až po nejhorší. Vytváří tedy pro každou variantu celkové hodnocení. Podstata metody spočívá ve výpočtu funkce užitku pro každou variantu. Její funkční hodnoty jsou v uzavřeném intervalu položeny od nuly do jedné. Výhodnost dané varianty vzrůstá s rostoucí hodnotou. Dosáhne-li varianta a_i jisté hodnoty y_{ij} , dle kritéria j , lze uživatelem získaný užitek vyjádřit pomocí lineární funkce užitku. Vzorec vyjadřující celkový užitek varianty je váženým součtem hodnot dílčích funkcí užitku.

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^m v_j u_j(y_{ij}).$$

Postup výpočtu metodou váženého součtu (Šubrt a kol. 2011)

o Je stanovena varianta H a bazální varianta D

o Sestavuje se standardizovaná kritériální matice dle vzorce $r_{ij} = \frac{y_{ij}-D_j}{H_j-D_j}$, tato vyjadřuje matici hodnot funkce užitku z i.té varianty dle j-tého kritéria. Zde r_{ij} náleží uzavřenému intervalu od nuly do jedné.

o Je spočítána agregovaná funkce užitku u jednotlivých variant

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j r_{ij}$$

o Poté jsou varianty seříděny sestupně dle výsledků u (a_i). Za řešení problému jsou považovány ty varianty, které obsahují nejvyšší hodnoty užitku.

3.4.2 Metoda TOPSIS

Metoda založená na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty. Vybírá variantu, která je nejbližší té ideální. Charakteristickým rysem ideální varianty je vektor nejlepších kritériálních hodnot. Nejlepší varianta je zároveň co nejdále od bazální varianty, která je charakteristická vektorem nejhorších kritériálních hodnot. Při aplikaci analýzy metodou TOPSIS je předpoklad maximalizačního typu všech kritérií. Pokud kritéria nejsou maximalizačního typu lze je do maximalizačního přetransformovat. Realizace transformace probíhá tak, že nové kritérium představuje rozdíl proti nejhorší kritériální hodnotě (Jablonský, 2002).

Metoda TOPSIS probíhá v těchto krocích (Vaněčková, 1998).

o Konstrukce normalizované kritériální matice $R = (r_{ij})$, kde pro $i = 1, 2, \dots, m$;

$$j=1,2,\dots,r. \quad r_{ij} = \frac{g_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m g_{ij}^2}} \quad \text{Sloupce v matici reprezentují vektory jednotkové délky.}$$

o Výpočet vážené kritériální matice $Z = (z_{ij})$. Výpočtem je násobení každého sloupce matice R vahou odpovídajícího kritéria. $z_{ij} = v_j r_{ij}$

o Vytvoření ideální varianty pomocí matice $Z = (H_1, H_2, H_3, \dots, H_r)$, a vytvoření bazální varianty ($D_1, D_2, D_3, \dots, D_r$). Zde platí: $H_j = \max z_{ij}, j = 1, 2, \dots, r$

$$D_j = \min z_{ij}, j = 1, 2, \dots, r$$

- Výpočet vzdálenosti variant od ideální varianty (d_i^+) a bazální varianty (d_i^-).

$$(d_i^+) = \sqrt{\sum_{j=1}^r (z_{ij} - H_j)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (d_i^-) = \sqrt{\sum_{j=1}^r (z_{ij} - H_j)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

- Výpočet relativních ukazatelů vzdáleností variant od varianty D_j (bazální varianta).

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Výsledné hodnoty těchto ukazatelů jsou v rozmezí intervalu od nuly do jedné. Hodnota „0,“ představuje bazální variantu a hodnota „1,“ variantu ideální.

- Závěrem jsou varianty uspořádány dle *nerostoucích* hodnot c_i .

3.4.3 Metoda AHP

Touto metodou je poskytnut rámec pro přípravu účinných rozhodnutí ve složitých rozhodovacích situacích. Je zrychlován a zjednodušován přirozený proces rozhodování. AHP metodou jsou rozloženy složité nestrukturované situace na jednodušší komponenty, je vytvářen hierarchický systém problému. Pomocí subjektivních hodnocení párového porovnání je pak touto metodou přiřazena jednotlivým kritériím kvantitativní charakteristika vyjadřující jejich důležitost (Ramík, 2000). Metoda AHP je založena na principu párového srovnávání prvků na daných úrovních hierarchické struktury, která vznikla jako model sledovaného rozhodovacího problému (Jablonský, 2002)

Základní prvky a postupy metody AHP jsou (Šubrt a kol.):

- Konstrukce hierarchické struktury problému
- Párové srovnání prvků v rámci jednotlivých hierarchických úrovní
- Syntéza získaných preferencí a výběr nejvhodnější varianty.

Porovnáním subjektivních hodnocení se stanoví kritérium s nejvyšší prioritou, na které se rozhodovatel zaměří s cílem získat řešení rozhodovacího problému. Metodu lze použít pro jakýkoliv typ informace o preferenčních vztazích mezi jednotlivými kritérii modelu. Je nutná znalost uživatele určit z této informace směr a intenzitu preference mezi všemi páry porovnávaných kritérií.

Konstrukce hierarchické struktury problému

Hierarchická struktura je lineární struktura obsahující několik úrovní, přičemž každá z nich obsahuje několik prvků (schéma 1). Uspořádání jednotlivých úrovní hierarchické struktury odpovídá uspořádání od obecného ke konkrétnímu. Na nejvyšší úrovni hierarchické struktury je pokaždé pouze jeden prvek, který slouží k definici cíle vyhodnocování. Tento prvek je možné označit hodnotou jedna a dochází k jejímu následnému dělení na dalších úrovních hierarchie (Šubrt a kol., 2011).

Čím obecnější jsou prvky ve vztahu k danému rozhodovacímu problému, tím zaujímají v jemu příslušející hierarchii vyšší úroveň a naopak. Ohodnocení nacházející se na druhé úrovni hierarchie jsou váhy kritérií $v_j, j=1, 2, \dots, k$. Součet těchto ohodnocení je roven jedné. (Jablonský, 2002). Dělení hodnot na nižších úrovních hierarchie je prováděno stejným způsobem (Šubrt a kol., 2011). Ohodnocení poslední úrovně hierarchie: $w_{ij}, i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, k$, je možné posuzovat jako preferenční index i -té varianty při hodnocení dle j -tého kritéria. Platí že:

$$\sum_{j=1}^k v_j = 1 \qquad \sum_{i=1}^n w_{ij} = v_j \qquad j = 1, 2, \dots, k.$$

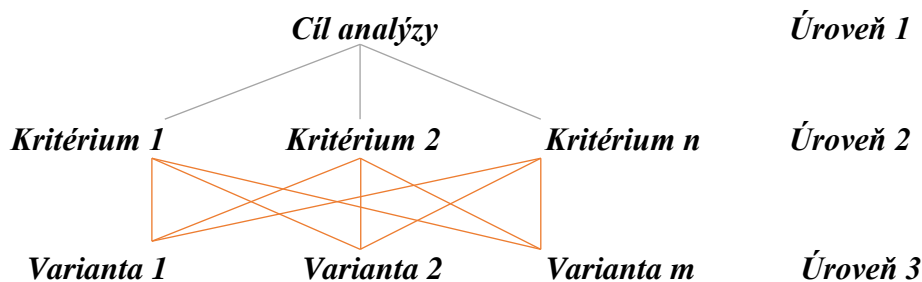
Příklad vyobrazení hierarchické struktury (Šubrt a kol., 2011).

Úroveň 1 – cíl vyhodnocování, tím může být uspořádání variant

Úroveň 2 – kritéria vyhodnocování

Úroveň 3 – posuzované varianty

Schéma 1 Hierarchická struktura úlohy vícekritériální analýzy variant



Zdroj: vlastní zpracování

Párové srovnávání prvků v rámci jednotlivých hierarchických úrovní

Nyní se stanovují lokální váhy všech kritérií v jednotlivých úrovních problémů formou Saatyho metody párového srovnávání (Šubrt a kol., 2011)

Syntéza získaných preferencí a výběr nejvhodnější varianty

Stupeň preferencí vůči nadřazenému prvku vyjadřují lokální preference prvků daného hierarchického modelu. Je-li u u všech kritérií každé varianty vypočítán součet součinů navazujících preferencí, získá se tím hodnocení z hlediska všech kritérií. (Šubrt a kol., 2011).

$$u(X_i) = \sum_{j=1}^k w_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, k.$$

4 Analytická část

4.1 Profil společnosti

Technické služby města Klatov jsou příspěvkovou organizací. Byla zřízena usnesením Zastupitelstva města Klatov k 1.1.1992. Účelem zřízení této organizace je správa a údržba místních komunikací, veřejných prostranství a parkovišť, městského parku, ploch veřejné zeleně, hřbitovů. Provozování a správa městského koupaliště, krytého plaveckého bazénu, autokempu, útulku pro psy. Dále údržba protipovodňových staveb a opatření. Tyto služby vykonává v obvodu města a integrovaných obcích a částečně v rámci soukromých zakázek města Klatovy. Zdroj:(zřizovací listina)

4.1.1 Služby organizace

Organizací je prováděna údržba komunikací a chodníků, veřejných prostranství a parkovišť. Úklid a čištění města, komunikací, veřejných prostranství a parkovišť. Zabezpečována jejich schůdnost a sjízdnost. Jsou zřizovány veřejné zeleně, parky, okrasné záhony, mobilní zeleně, stromořadí. V souvislosti s touto činností je zajišťována vzdělávací činnost a semináře o veřejné zeleni. Provozováno veřejné a signalizační osvětlení a jeho údržba. Jsou provozována městská pohřebiště a hřbitovy včetně krematoria a pohřební služby. Také krytý plavecký bazén a letní městské koupaliště spolu s autokempem, kde je zajištěna i výuka plavání. Možný také pronájem movitého a nemovitého majetku. Provozován je i útulek pro psy.

4.1.2 Dodavatelé

Dodavateli zeleně, dřevin a substrátů jsou valnou většinou tuzemské firmy. Strojní a technické vybavení je české i zahraniční produkce. Jsou využívány české i zahraniční značky vozidel, strojů a techniky.

4.1.3 Technika v organizaci

Ke své činnosti organizace disponuje technikou, která je využívána k provádění jmenovaných služeb.

K těm patří zejména:

- | | |
|------------------------------|---------|
| ☉ nákladní automobil | - 6 ks |
| ☉ Nástavba sypač | - 3 ks |
| ☉ Pracovní stroj LADOG G 129 | - 1 ks |
| ☉ zametací vůz + sypač | - 4 ks |
| ☉ traktor kolový | - 4 ks |
| ☉ Vysokozdvíhací plošina | - 2 ks |
| ☉ Dodávkový automobil | - 3 ks |
| ☉ Multikára | - 8 ks |
| ☉ Kontejner vanový | - 12 ks |
| ☉ Kropící vůz | - 2 ks |
| ☉ Přívěs jednoosý, dvouosý | - 2 ks |
| ☉ Osobní automobil | - 8 ks |
| ☉ Pohřební vůz | - 3 ks |
| ☉ Malotraktor | - 4 ks |
| ☉ Radlice sněhová | - 3 ks |
| ☉ Křovinořez | - 7 ks |
| ☉ Motorová pila | - 11 ks |
| ☉ Štěpkovač dřeva | - 1 ks |
| ☉ Kultivátor | - 3 ks |
| ☉ Plotostřih | - 3 ks |
| ☉ Štípačka dřeva | - 1 ks |
| ☉ Zametač trávy | - 1 ks |
| ☉ Sekačka traktorová | - 2 ks |

4.1.4 Požadavky na vhodnou variantu sekacího stroje

Pro společnost je nejvíce důležitá cena stroje a svahová dostupnost. Ostatní parametry jako záběr sečení, maximální produktivita a hmotnost jsou potřebné, ne však prioritní.

Zadavatel požaduje níže uvedené **parametry v konkrétních hodnotách**:

- ☉ cena stroje by neměla přesáhnout 1 mil. Kč. (bez DPH)
- ☉ svahová dostupnost by měla být minimálně 30°
- ☉ záběr sečení by měl být minimálně 50 cm
- ☉ produktivita by měla být minimálně 1500 m²
- ☉ hmotnost stroje maximálně 750 kilogramů.

Významným parametrem je hmotnost, která je odvislá od přepravní techniky tohoto stroje.

Dále jsou uvedena **požadovaná kritéria stroje**:

- ☉ typ pojezdu zvládající různě náročný i svahový terén
- ☉ dosah dálkového ovládání, dostatečného pro odlehlé sekané prostory. Minimálně 100 m.
- ☉ výdrž dálkového ovládání, jeho minimum 12 hodin.
- ☉ spotřeba paliva nepřesahující 4 litry za hodinu.

Ostatní parametry jako například objem palivové nádrže, výkon motoru, záruční a pozáruční servis, cena náhradních dílů a dostupnost náhradních dílů nejsou pro zadavatele zásadní. Proto nejsou do vícekritériálního rozhodování zařazeny.

Rozdíly mezi výdrží dálkového ovládání jsou u všech variant shodné. Záruční lhůty jsou u všech typů sekacích strojů totožné. Nijak výjimečně se neliší ani servisní služby a dostupnost náhradních dílů je taktéž shodná.

4.1.5 Stanovení kritérií

Úspěšná vyhodnocení a vyřešení správné volby stroje, pomocí vícekritériální analýzy variant, jsou závislá na správném výběru kritérií od nejdůležitějšího po nejméně důležité. Významnost kritérií byla konzultována s odpovědnou osobou organizace a předpokládanou obsluhou sekacího stroje. Bylo zvoleno pětice kritérií, která výběr sekacího stroje ovlivní. Jsou seřazena sestupně, od nejvýznamnějšího po méně významné.

1. Cena

Zadavatel má omezený finanční rámec. Maximální hodnota investice byla stanovena na 1 milion korun, včetně pořizovacích nákladů na dovybavení stroje. Cena je uvedena s DPH. Faktor ceny je první nejvyšší a kritérium má minimální povahu.

2. Svahová dostupnost

Kritérium má maximální povahu. Z pohledu zadavatele je požadováno, aby svahová dostupnost splňovala náročné požadavky sečení v nepřístupném a svažitém terénu. Hodnoty kritéria jsou uvedeny ve stupních. Význam tohoto faktoru je druhý nejvyšší.

3. Záběr sečení

Kritérium má maximální povahu. Čím větší je šířka sečení, tím je ekonomičtější. Čas na údržbu travního porostu je kratší a tím pádem levnější. Hodnoty jsou uvedeny v centimetrech. Význam tohoto faktoru je třetí nejvyšší.

4. Maximální produktivita

Kritérium má maximální povahu. Úzce toto kritérium souvisí s předchozím a to se záběrem sečení. Finanční úspora je tím větší, čím je produktivita vyšší. Význam tohoto faktoru je čtvrtý nejvyšší.

5. Hmotnost

Kritérium má minimální povahu. Z důvodu bezproblémové přepravy dostupné ve společnosti je nutné, aby stroj nepřekročil hmotnost 750 kilogramů. Význam tohoto faktoru je pátý nejvyšší.

4.1.6 Popis jednotlivých variant

V této kapitole jsou popsány jednotlivé varianty, které budou následně představeny. Technické informace o jednotlivých sekacích strojích byli čerpány z internetových zdrojů jednotlivých výrobců. Na základě konzultace se zadavatelem a jeho jasným požadavkům, figurují v analýze dva výrobci, s nimiž má dobré zkušenosti a jsou na ně kladné recenze. Disponují kvalitním záručním i pozáručním servisem, což je doloženo stabilním, dlouholetým působením na trhu.

Do hodnocení byli zařazeny tyto produkty:

1. Sekací stroj Spider mini
2. Sekací stroj Spider ILD 01
3. Sekací stroj NIKO roboflail
4. Sekací stroj Spider ILD 02

1. SPIDER mini

Rádiem řízená sekačka Spider MINI je nejmenším vyráběným modelem firmy Dvořák - svahové sekačky s.r.o. Svojí svahovou dostupností a manévrovatelností se však SPIDER MINI blíží profesionálním modelům SPIDER ILD01 a ILD02. Sekačka SPIDER MINI je založena na stejném konceptu jako ostatní vyráběné produkty, ale nově je vybavena unikátními řetězovými pojezdovými portály, které zajišťují spolehlivý a bezúdržbový provoz stroje a snižují jeho těžiště. Zároveň stroj výrazně zjednodušují. SPIDER MINI je navržen a koncipován pro zákazníky, kteří potřebují pouze občas sekat strmé svahy a nepřístupný terén, ale také pro ty, kteří vyžadují pohodlný a bezpečný stroj pro běžné sečení komunálních ploch a zahrad. Lze převážet i v malých dodávkových a combi automobilech.

2. SPIDER ILD 01

Rádiem dálkově řízená svahová sekačka SPIDER ILD01 představuje základní produkt firmy Dvořák - svahové sekačky s.r.o. Tento stroj je na trhu od roku 2003 a jedná se o světově vůbec první dálkově řízený stroj pro profesionální údržbu svahů. Skvělá svahová dostupnost a jedinečné manévrovací schopnosti jsou výsledkem především revolučního a patentovaného systému pojezdu zvaného "**tančící krok**". Okamžitě po svém uvedení na trh se sekačka SPIDER ILD01 dočkala obrovského ohlasu a úspěchu a získala mnoho prestižních ocenění na mnoha světových výstavách a veletrzích. Stroj lze velmi lehce a rychle přepravovat i na velké vzdálenosti pomocí běžného přívěsného vozíku za osobní automobil nebo speciálního vozíku s integrovanými výsuvnými nájezdy. Umožňuje tedy pracovní uplatnění i tělesně postiženým osobám.

3. NIKO Roboflail

Dálkově rádiem řízená pásová svahová sekačka RoboFlail One. Jde o stroj na sekání svahů a nepřístupných ploch. Robustní profesionální stroj konstruovaný pro maximální zatížení je určen pro sekání špatně přístupných ploch a náročného terénu. Díky svému dálkovému ovládní je i v takovémto terénu bezpečný. Stroj je možno vybavit žacím ústrojím ESM Verti2-Flail® pro údržbu extenzivních ploch nebo třínožovým žacím ústrojím Velocity Plus™ pro intenzivní údržbu travnatých ploch. Výhodou je velmi nízké těžiště a široký rozchod. To vše na pásovém podvozku. Při vývoji svahové sekačky byl kladen důraz především na spolehlivost a využitelnost stroje. Svahová dostupnost je v závislosti na podkladu 55% bez nutnosti kotvení. Umožňuje pracovní uplatnění i tělesně postiženým osobám.

4. SPIDER ILD 02

Rádiem dálkově řízená svahová sekačka SPIDER ILD02 je v pořadí druhým výrobkem firmy Dvořák - svahové sekačky s.r.o. Stroj byl poprvé představen v roce 2005 a v sériové výrobě je od roku 2006. Od té doby je pravidelně modernizován. Koncepčně a technologicky navazuje na model SPIDER ILD01, zároveň však přináší mnohé inovace a zlepšení. Pojezdový systém je rozšířen o možnost smykového zatáčení a produktivitou se stroj vyrovná i těžké mechanizaci. Jedná se o uživatelsky nejoblíbenější typ sekaček SPIDER, který rovněž získal mnoho ocenění po celém světě. Stroj lze velmi lehce a rychle přepravovat i na velké vzdálenosti pomocí běžného přívěsného vozíku za osobní automobil nebo speciálního vozíku s integrovanými výsuvnými nájezdy. Umožňuje tedy pracovní uplatnění i tělesně postiženým osobám.

Tabulka 1 Tabulka parametrů

Varianty	V1	V2	V3	V4
	SPIDER mini	SPIDER ILD 01	NIKO Roboflail	SPIDER ILD 02
Záběr sečení (cm)	56	80	120	123
Max. rychlost (km/h)	4	7	8	8
Hmotnost (kg)	125	254	730	335
Pojezd (typ)	kola 360°	kola 360°	pásky	kola 360°
Svahová dostupnost (°)	30	40 (55)	50	41
Dosah dálk. Ovládání (m)	100	100	300	100
Výdrž dálk. Ovládání (h)	20	20	12	20
Max. produktivita (m ²)	1500	3000	5000	5000
Spotřeba paliva (l/h)	1	3,5-4	4	3,5-4
Palivová nádrž (l)	4	12	30	16
Cena (tis. Kč.)	153	427	880	726
Objem motoru (ccm)	223	603	675	726
Výkon motoru (kW)	0,95	13,4	22	17,9

Zdroj: vlastní zpracování

4.1.7 Stanovení vah pomocí Saatyho metody

Saatyho metoda stanovení vah kritérií vyžaduje stanovení velikostí preferencí jednotlivých kritérií pomocí bodovací stupnice (tab. 2). Ta užívá škálu lichých čísel od 1 do 9 a také sudá čísla, pro určení mezistupňů, jenž jsou jemnějším rozlišením srovnávaných kritérií.

Tabulka 2 Stanovení vah pomocí Saatyho metody

	K1	K2	K3	K4	K5	R _i	V _i
K1	1	3	5	5	7	3,49970	0,4226
K2	$\frac{1}{3}$	1	3	5	7	2,03616	0,2459
K3	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	1	3	6	1,47577	0,1782
K4	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	1	5	1,03713	0,1252
K5	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$	1	0,23256	0,0281
Σ						8,28132	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Je-li kritérium v řádku důležitější ve srovnání s kritériem uvedeným ve sloupci, zapíše se do příslušného pole počet bodů, které odráží preference kritérií udaných v řádku vůči kritériu udaného ve sloupci. Bodová stupnice je vyznačena v kapitole 3.3.1 Saatyho metoda. Maximální hodnota, která byla užitá pro stanovení velikosti preference se rovnala sedmi. První kritérium bylo prokazatelně významnější, než druhé kritérium. V pravé horní trojúhelníkové části Saatyho matice byli určeny velikosti preferencí podle bodovací stupnice. Levá dolní část trojúhelníkové matice byla doplněna podle vzorce uvedeného v kapitole 3.3.1 Saatyho metoda.

Důležitý krok stanovení aproximativních hodnot vah kritérií byl vypočítán metodou geometrických průměrů řádků a použit pro normalizaci těchto průměrů. Odhady vah stanovených kritérií jsou:

1. cena..... = 0,42260
2. svahová dostupnost..... = 0,24587
3. sekací záběr..... = 0,17820
4. max. produktivita..... = 0,12523
5. hmotnost..... = 0,02808

Váhový vektor získaný výpočtem se využívá při dalších výpočtech jednotlivých metod výběru.

4.1.8 Metoda váženého součtu

Pro stanovení celkového hodnocení jednotlivých variant slouží metoda váženého součtu. Přehled v tabulce ukazuje výsledné pořadí jednotlivých variant z pohledu užitné hodnoty od nejlepších po nejhorší. Metoda je zaměřena na lineární funkci užitku. Tato funkce nabývá interval od nuly do jedné, včetně krajních hodnot. Nejvýhodnější z hlediska užitku je hodnota blízká jedné.

Tabulka 3 Vícekriteriální matice

	K1	K2	K3	K4	K5
V1	153	30	56	1500	125
V2	427	40	80	3000	254
V3	880	50	120	5000	730
V4	684	41	123	5000	730
Povaha	min	max	max	max	min
Váha	0,4226	0,2459	0,1782	0,1252	0,0281

Zdroj: Vlastní zpracování

Do tabulky č. 3 Vícekriteriální matice, byla zapsána skutečná data parametrů všech pěti vybraných kritérií. U všech parametrů byla určena povaha kritéria (min. nebo max.). Poslední řádek obsahuje příslušné váhové vektory vypočítané v předchozí kapitole ze Saatyho matice. Z vícekriteriální matice byla určena ideální varianta *H* a bazální varianta *D*.

Ideální varianta $H = (153; 50; 123; 5000; 125)$

Bazální varianta $D = (880; 30; 56; 1500; 730)$

Tabulka 4 Standardizovaná kritériální matice *R*

	K1	K2	K3	K4	K5
V1	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
V2	0,6231	0,5000	0,3582	0,4286	0,7867
V3	0,0000	1,0000	0,9552	1,0000	0,0000
V4	0,2696	0,5500	1,0000	1,0000	0,6529
Váha	0,4226	0,2459	0,1782	0,1252	0,0281

Zdroj: Vlastní zpracování

Standardizovaná matice *R* (tab. 4), byla vytvořena podle vzorce uvedeného v kapitole 3.4.1 Metoda váženého součtu. Stejným postupem jsou vypočteny i ostatní prvky standardizované kritériální matice *R*. Jednotlivé údaje v matici vnáší hodnoty intervalu od nuly do jedné včetně krajních hodnot. Výsledné pořadí variant je ve standardizované kritériální matici hodnotou agregované funkce užitku.

Tabulka 5 Výsledná tabulka podle hodnoty užítku

Varianta	V1	V2	V3	V4
Užitek	0,4507	0,5259	0,5413	0,5709
Pořadí	4	3	2	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Hodnocení druhé, třetí a čtvrté varianty je v podstatě vyrovnané. Výsledné pořadí doporučuje ke koupi čtvrtou variantu, kterou je sekací stroj **SPIDER ILD 02** (tab. 5). Stroj disponuje vhodnou svahovou dostupností a velkým záběrem sečení. Má maximální produktivitu a cena je adekvátní kvalitě stroje. Nejhůře hodnocená je varianta první, sekací stroj SPIDER mini. Má velmi malý záběr sečení, nevyhovuje svahovou dostupností, produktivita je nízká. Cena je adekvátní parametrům stroje.

4.1.9 Metoda TOPSIS

Metoda TOPSIS je založená na minimalizaci vzdálenosti od nejvhodnější varianty. Podle

vzorce: $r_{ij} = \frac{g_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m g_{ij}^2}}$ byla vytvořena normalizovaná kritériální matice $R = r_{ij}$.

Tabulka 6 Normalizovaná kritériální matice

	K1	K2	K3	K4	K5
V1	0,1271	0,3670	0,2833	0,1917	0,1468
V2	0,3548	0,4894	0,4076	0,3833	0,2983
V3	0,7313	0,6117	0,6071	0,6389	0,8572
V4	0,5684	0,5016	0,6223	0,6389	0,3934

Zdroj: Vlastní zpracování

Je-li vytvořena normalizační kritériální matice (tab. 6), lze zkonstruovat další matici, kterou je normalizovaná vážená kritériální matice.

Tabulka 7 Normalizovaná vážená kriteriální matice

povaha	Min	Max	Max	Max	Min
	K1	K2	K3	K4	K5
V1	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
V2	0,6231	0,5000	0,3582	0,4286	0,7867
V3	0,0000	1,0000	0,9552	1,0000	0,0000
V4	0,2696	0,5500	1,0000	1,0000	0,6529
Váha	0,4226	0,2459	0,1782	0,1252	0,0281

Zdroj: Vlastní zpracování

Hodnoty v normalizované vážené matici Z (tab. 7), jsou vypočítány násobením každého sloupce normalizované matice R vahou daného kritéria. Určení hodnot ideální a bazální varianty jsou dány vektory těchto variant. Povaha kritérií byla maximalizační u tří kritérií a minimalizační u dvou kritérií.

Hodnoty ideální varianty $H = (0,0537; 0,1504; 0,1109; 0,0799; 0,0004)$

Hodnoty bazální varianty $D = (0,3090; 0,0902; 0,0505; 0,0240; 0,0241)$

Jsou-li stanoveny hodnoty ideální a bazální varianty, lze provést další výpočty, a to vzdálenosti od ideální varianty (d_i^+) a od bazální varianty (d_i^-). K výpočtům byli využity vzorce uvedené v kapitole 3.4.3 Metoda TOPSIS. Ze zpracovaných hodnot byla sestavena přehledná tabulka (tab. 6). Dalším krokem byl výpočet relativních ukazatelů vzdálenosti variant c_i od bazální varianty D_j pomocí vzorce $c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$. Hodnoty c_i jsou zapsány v tabulce 8, jako nejdůležitější hodnoty, pomocí kterých je sestaveno pořadí variant.

Tabulka 8 Výsledný přehled pořadí variant

	d^+	d^-	c	pořadí
V1	0,1020	0,2564	0,7154	1
V2	0,1125	0,1668	0,5972	2
V3	0,2604	0,1004	0,2783	4
V4	0,1888	0,1130	0,3744	3

Zdroj: Vlastní zpracování

Posledním krokem je určení výsledného pořadí variant pomocí relativních vzdáleností variant od bazální varianty. Variantou nejdůležitější je varianta blížíci se jedné. Z tabulky (tab. 8) je patrné, že nejlepší variantou je první varianta stroj SPIDER mini. Pokud by byl doporučován sekací stroj metodou váženého součtu, bylo by organizaci doporučeno pořízení právě tohoto stroje. Druhý v pořadí by byl doporučen sekací stroj SPIDER ILD 01. Nejméně vhodnou možností by byl sekací stroj NIKO roboflail.

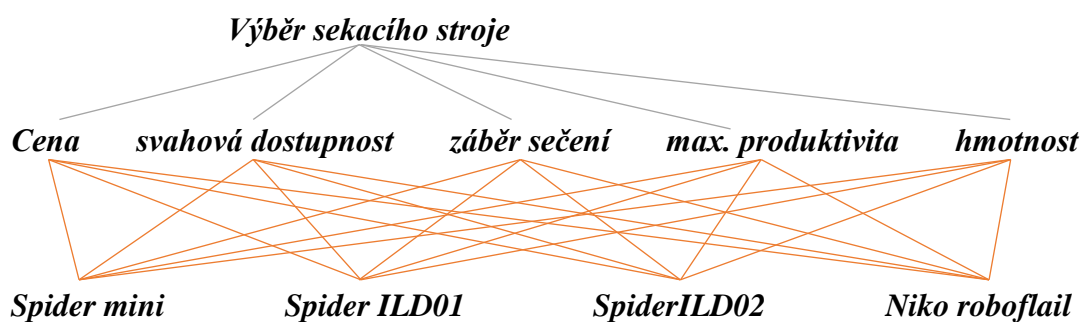
4.1.10 Metoda AHP – hierarchický analytický proces

Řešená úloha vícekriteriální analýzy výběru stroje má tři úrovně:

- ⊗ **úroveň 1** – cíl vyjednávání – vyhodnocování = výběr sekacího stroje
- ⊗ **úroveň 2** – kritéria vyhodnocování = cena, svahová dostupnost, záběr sečení, maximální produktivita a hmotnost.
- ⊗ **úroveň 3** – posuzování varianty = SPIDER mini, SPIDER ILD 01, NIKO roboflail, SPIDER ILD 02,

Schéma (schéma 2) zobrazuje, jakým způsobem byli všechny úrovně znázorněny do přehledné hierarchické struktury.

Schéma 2 Hierarchická struktura metody AHP pro výběr sekacího stroje.



Zdroj: Vlastní zpracování

Pomocí propočtů Saatyho metody kvantitativního párového srovnání, jsou získány preferenční indexy variant z hlediska všech kritérií. Podrobný postup byl zmíněn v předchozích kapitolách. Níže uvedené tabulky (tab. 9-13) jsou výsledné, již spočtené.

Tabulka 9 Párové porovnání variant dle kritéria **K1- cena**

	V1	V2	V3	V4	R	váha
V1	1	3	8	5	3,3098	0,5702
V2	$\frac{1}{3}$	1	6	3	1,5651	0,2696
V3	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	1	$\frac{1}{5}$	0,2541	0,0438
V4	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	5	1	0,6756	0,1164
Σ					5,8046	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 10 Párové porovnání variant dle kritéria **K2- svahová dostupnost**

	V1	V2	V3	V4	R	váha
V1	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{5}$	0,3124	0,0587
V2	3	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	0,8409	0,1580
V3	7	3	1	3	2,8173	0,5294
V4	5	2	$\frac{1}{3}$	1	1,3512	0,2539
Σ					5,3218	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 11 Párové porovnání variant dle kritéria **K3- záběr sečení**

	V1	V2	V3	V4	R	váha
V1	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{7}$	0,2985	0,0501
V2	3	1	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{7}$	0,5411	0,0909
V3	6	5	1	$\frac{1}{2}$	1,9680	0,3306
V4	7	7	2	1	3,1463	0,5284
Σ					5,9539	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 12 Párové porovnání variant dle kritéria **K4- max. produktivita**

	V1	V2	V3	V4	R	váha
V1	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	0,3398	0,0672
V2	3	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	0,7598	0,1502
V3	5	3	1	1	1,9800	0,3913
V4	5	3	1	1	1,9800	0,3913
Σ					5,0596	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 13 Párové porovnání variant dle kritéria **K5- hmotnost**

	V1	V2	V3	V4	R	váha
V1	1	3	7	4	3,0274	0,5278
V2	$\frac{1}{3}$	1	7	3	1,6266	0,2836
V3	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	1	$\frac{1}{6}$	0,2415	0,0420
V4	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	6	1	0,8409	0,1465
Σ					5,7364	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Výpočet užitku jednotlivých variant se provede po stanovení vah variant. Užitek jednotlivých kritérií se spočítá pomocí jednoduchého vzorce, který je roven součtu násobků vah jednotlivých variant s váhovými vektory kritérií (tab. 14).

$$u(X_i) = \sum_{j=1}^k w_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, k. \quad \text{viz. kapitola 3.4.2 metoda AHP}$$

Váhové vektory kritérií byli zjištěny v kapitole 4.1.7 Stanovení vah Saatyho metodou.

Tabulka 14 Výpočet užitku metodou AHP

	Cena	Maximální produktivita	Záběr sečení	Svahová dostupnost	hmotnost	užitek
V1	0,5702	0,0672	0,0501	0,0587	0,5278	0,2876
V2	0,2696	0,1502	0,0909	0,1580	0,2836	0,1958
V3	0,0438	0,3913	0,3306	0,5294	0,0420	0,2578
V4	0,1164	0,3913	0,5284	0,2539	0,1465	0,2588
váha	0,4226	0,1252	0,1782	0,2459	0,0281	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výsledných hodnot vah variant bylo sestaveno pořadí variant. Kompromisní varianta je ta, která má hodnotu užitku nejvyšší (tab. 15).

Tabulka 15 Pořadí variant

	Váha	Pořadí
V1	0,2876	1.
V2	0,1958	4.
V3	0,2578	3.
V4	0,2589	2.

Zdroj: Vlastní zpracování

Z tabulky výsledků (tab.16) určujících pořadí podle metody AHP je zřejmé, že nejvýhodnější kompromisní variantou je varianta **V1**. Tato varianta se umístila v hodnocení Saatyho metodou jako nejhorší, to je na 4 místě a metodou TOPSIS měla nejlepší hodnocení. Pomocí metody AHP byl ke koupi doporučen sekací stroj **SPIDER mini**, tedy varianta **V1**.

Tabulka 16 Rekapitulace

	Saatyho metoda	TOPSIS	AHP
V1	4	1	1
V2	3	2	4
V3	2	4	3
V4	1	3	2

Zdroj: Vlastní zpracování

Nejlépe hodnocenou variantou sekacího stroje je **V4, SPIDER ILD 02, proto je tento stroj doporučen organizaci k pořízení**. Druhý v pořadí je doporučen stroj V1, SPIDER mini. Nejhorší variantou je stroj NIKO roboflail, V3.

Výsledný doporučený sekací stroj **SPIDER ILD02**.



Zdroj: <http://www.svahova-sekacka.cz/>

Jde o rádiem dálkově řízenou svahovou sekačku SPIDER ILD02 je v pořadí druhým výrobkem firmy Dvořák - svahové sekačky s.r.o. Stroj byl poprvé představen v roce 2005 a v sériové výrobě je od roku 2006. Konceptně a technologicky navazuje na model SPIDER ILD01, zároveň však přináší mnohé inovace a zlepšení. Pojezdový systém je rozšířen o možnost smykového zatáčení, což je asi jeho největší inovací a silným atributem pro volbu tohoto stroje. Ostatním strojům zároveň konkuruje velkou produktivitou, kterou se stroj vyrovná i těžké mechanizaci. Jedná se o uživatelsky nejoblíbenější typ sekaček SPIDER, který rovněž získal mnoho ocenění po celém světě. Stroj lze velmi lehce a rychle přepravovat i na velké vzdálenosti pomocí běžného přívěsného vozíku za osobní automobil nebo speciálního vozíku s integrovanými výsuvnými nájezdy. Umožňuje tedy pracovní uplatnění i tělesně postiženým osobám. Je tedy strojem velmi variabilním a efektivním.

5 Výsledky a diskuse

Ve výsledcích, shrnující rozhodování o nejhodnější variantě sekacího stroje, je obsaženo posouzení pomocí tří metod vícekritériálního rozhodování. Váhy jednotlivých kritérií byly zjištěny kritériální maticí, pomocí Saatyho metody. K následnému vyhodnocení jednotlivých variant sekacích strojů bylo použito metody váženého součtu Saatyho metody, metody TOPSIS a metody AHP. Výsledné pořadí bylo určeno metodou váženého součtu a nejhodnější variantou je V4, stroj SPIDER ILD02. Metodou TOPSIS byla vybrána jako nejhodnější varianta V1, SPIDER mini. Druhé a třetí pořadí bylo obsazeno stroji SPIDER ILD01 a SPIDER ILD02. Metodou AHP bylo první místo v pořadí obsazeno variantou V1, SPIDER mini. Druhé místo v pořadí metody AHP je obsazeno strojem SPIDER ILD02.

Výběr sekacího stroje byl posuzován pohledem vícekritériálního rozhodování. Výpočty u jednotlivých metod, kterých bylo použito, ukazují rozdílné pohledy. Metodou váženého součtu byl vybrán, jako nejlepší varianta, sekací stroj **SPIDER ILD 02, V4** s maximální produktivitou, vyhovující hmotností, největším záběrem sečení a vyšší cenou. Jedná se o sekací stroj českého výrobce Dvořák, svahové sekačky, s.r.o. Tato společnost byla založena 1.7.2004 a získává uznání a respekt z řad uživatelů a odborníků v Evropě, USA a Japonsku. Svoji prodejní síť je rozšířena do 50 zemí světa. Evidentně se tedy jedná o kvalitní a sofistikovaný výrobek. Tímto výrobkem je dosahováno výborných parametrů, což je ovšem odraženo na jeho ceně a pořizovacích nákladech. Vystává zde rozhodování, zda pořízení tohoto stroje není, i přes výborné parametry, příliš nákladné. Pokud jsou však zrekapitulovány jeho parametry oproti ostatním variantám, je vyšší cena stroje akceptovatelná pro jeho efektivnost. Lze tedy říci, že strojem je nejlépe splňován poměr cena/výkon. Proto můžeme, díky rozhodovacím metodám, tento stroj zodpovědně doporučit organizaci Technické služby města Klatov k pořízení. V počátku se subjektivně dle osobního názoru jevílo jako nejlepší variantou stroj SPIDER mini, pro jeho menší velikost, nižší cenu a váhu. I z pohledu lepší přepravy, náročnosti manipulace se strojem. Ani evidentnímu rozdílu v produktivitě nebyla zprvu udělena zásadní váha. Avšak analýzou vícekritériálních variant nám bylo prokázáno, jak jsou tato subjektivní a laická rozhodování zavádějící a na jejich základě by docházelo k neefektivním a neobjektivním výběrům.

6 Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo, pomocí rozhodovacích metod vícekriteriální analýzy, nalézt nejvhodnější řešení rozhodovacího problému ve výběru nového sekacího stroje pro organizaci Technické služby města Klatov. Výběr stroje byl řešen metodami vícekriteriálních analýz a na základě získaných výsledků doporučena nejvhodnější varianta výběru.

Studia literatury v úvodu je využito v praktické části bakalářské práce ke zpracování a následnému vyhodnocení reálné situace. V metodické části jsou uvedeny metody použité pro výpočty a následné vyhodnocení cíle. Zvoleny byly metody vícekriteriální analýzy váženého součtu Saatyho metody, metody TOPSIS a metody AHP.

V úvodu praktické části jsou představovány základní informace o organizaci, pro níž je stroj vybírán. Dále je v této části bakalářské práce uvedena specifikace požadavků na výběr stroje s popisem jednotlivých variant posouzených sekacích strojů. Požadavky pro zpracování, možnosti a varianty sekacího stroje byli poskytnuty osobou odpovědnou za výběr v organizaci Technické služby města Klatov. Se zadavatelem byla konzultována konkrétní subjektivní kritéria a vybírání vhodní výrobci stroje, u jejichž výrobku bylo předpokládáno, že splní daná kritéria. Dalšími zdroji informací byly nabídky distribučních společností a výrobců strojů. Jsou v nich obsaženy důležité informace o ceně, hmotnosti, produktivitě, svahové dostupnosti a dalších kritériích. Nabídky byli použity pro vytvoření kritérií a variant k vyřešení požadovaného rozhodovacího problému.

Varianta SPIDER ILD01, varianta 2 a varianta NICO roboflail se v posouzení umístění všech tří metod, váženého součtu, metody TOPSIS a metody AHP umístily ve shodě. Metodou AHP se sekací stroj SPIDER ILD01 umístil jako čtvrtý, ale metodou TOPSIS zaujal druhé pořadí. Varianta V1 SPIDER mini byla posouzením metodou AHP a metodou TOPSIS na první pozici, avšak metodou váženého součtu byla odsunuta na poslední místo. Tento sekací stroj má nejpříznivější cenu, nejnižší hmotnost, ale nejmenší záběr sečení a nevyhovující svahovou dostupnost. Tento stroj není doporučován i pro jeho velmi malou produktivitu. Přes všechny dosažené výsledky pořadí variant je nejvhodnější vybraný sekací stroj SPIDER ILD02. Lze ho tedy Technickým službám města Klatov i jiným firmám

zabývajících se údržbou zeleně ve špatně přístupném, složitém a svahovém terénu zcela doporučit.

Organizaci Technické služby města Klatov může být, pomocí rozhodovacích modelů, doporučen sekací stroj SPIDER ILD 02. Stroj má největší záběr sečení, přijatelnou hmotnost, vhodnou svahovou dostupnost, maximální produktivitu a akceptovatelnou cenu. Pro zadavatele výběru sekacího stroje jsou vhodná i ostatní neposuzovaná kritéria. Stroj má vhodný pojezd, tzv. *tančící krok*, dosah dálkového ovládání, výdrž baterie dálkového ovládání, vysoký výkon motoru a přijatelnou spotřebu paliva.

Bakalářskou prací bylo prokázáno, že vhodně zvolené metody rozhodovacích procesů jsou přínosem pro řešení rozhodování o výběru stroje. Díky metodám vícekritériálního rozhodování lze snadněji, přesněji a rychleji zjistit objektivní řešení problému rozhodování. Takové rozhodování se projeví v efektivitě společnosti a následných úsporách. V soukromém i veřejném sektoru je především vyžadován maximální finanční efekt, úspora času organizace a s tím související úspora času pracovníků odpovědných za výběr.

Použití rozhodovacích metod je bezesporu nutností k dosažení efektivity, prosperity a ekonomické stability každé organizace.

7 Seznam použitých zdrojů

- BROŽOVÁ, Helena., HOUŠKA, Milan., ŠUBRT, Tomáš. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. ČZU v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra systémového inženýrství. Praha: Credit 2003. 178 s. ISBN 978-80-213-1019-3
- FIALA, Petr. *Modely a metody rozhodování*. VŠE v Praze, Fakulta informatiky a statistiky. nakladatelství: Všeobecná economica, 2006, ISBN 80-7079-748-7
- FOTR Jiří., DĚDINA, Jiří. *Manažerské rozhodování*. VŠE v Praze, Fakulta podnikohospodářská, 1994. 170 s. ISBN-80-7079-939-0
- FOTR, Jiří. *Manažerská rozhodovací analýza*. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1992, 106s. ISBN 80-7079-939-0
- JABLONSKÝ, Josef., DLOUHÝ Martin. *Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek*. Praha: Professional Publishing, 2004. 183 s. ISBN 80-86419-49-5
- LIBERKO, Miloš aj. Transevropská magistrála: *Metodologie vícekriteriální analýzy a její aplikace*. 1. vyd. Praha: Výzkum. ústav výstavby a architektury, 1988.
- LIDINSKÝ Radek, Bakalářská práce, *Aplikace vícekriteriálního rozhodování pro výběr vakuové vývěvy*. ČZU Praha 2011, Fakulta provozně ekonomická, Katedra systémového inženýrství
- PLEVNÝ, Miroslav; TITKA, Miroslav. *Modelování a optimalizace v manažerském rozhodování*. 1. vydání, Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2007, 298 s. ISBN 978-80-7043-435-2
- RYDVALOVÁ, Petra a LUKÁŠOVÁ, Iveta. *Zhodnocení hospodářského pilíře metodou vícekriteriální analýzy Ekonomické fakulty Technické univerzity v Liberci: (metodický návod)*. 1. vyd. Liberec: VÚTS, 2012. 56 s. ISBN 978-80-87184-26-4.
- ŠUBRT, Tomáš. *Ekonomicko-matematické metody*. 1. vydání, Praha: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 352 s. ISBN 978-80-7380-345-2
- VANĚČKOVÁ, Eva. *Rozhodovací modely: (pro obor obchodně podnikatelský)*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 1998, 164 s. ISBN 80-704-0287-3.
- PRUNEROVÁ Hana, Bakalářská práce, *Výběr dodavatele na modernizaci hydraulického lisu na lisování termosetů*, ČZU Praha 2011, Fakulta provozně ekonomická, Katedra systémového inženýrství

FOTR, Jiří, Jiří DĚDINA a Helena HRŮZOVÁ. *Manažerské rozhodování*. 2. aktualiz. vyd. Praha: Ekopress, 2000, 231 s. ISBN 80-861-1920-3.

RAMÍK, Jaroslav. *Analytický hierarchický proces (AHP) a jeho využití v malém a středním podnikání*. OPF SU, Karviná, 2000. 217 p., ISBN 80-7248-088-X.

JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2002, 323 s. ISBN 80-864-1923-1.

PLAMÍNEK, Jiří. *Řešení konfliktů a umění rozhodovat*. Vyd. 1. Praha: Argo, 1994. ISBN 80-857-9414-4.

ŠUBRT, Tomáš, Helena BROŽOVÁ, Ludmila DOMEOVÁ a Petr KUČERA. *Ekonomicko matematické metody II: aplikace a cvičení*. Vyd. 2. Praha: ČZU PEF Praha ve vydavatelství Credit, 2001, 148 s. ISBN 978-80-213-0721-62007.

ZÍSKAL, Jan a Jaroslav HAVLÍČEK. *Ekonomicko matematické metody I: studijní texty pro distanční studium*. Vyd. 2. Praha: ČZU PEF Praha ve vydavatelství Credit, 2001, 249 s. ISBN 978-80-213-0761-2.

Elektronické dokumenty:

Společnost Dvořák-svahové sekačky, s.r.o. . [online]. [cit. 2017-03-03]

Dostupné z WWW: <http://www.svahova-sekacka.cz/>

Společnost Kommtek-distributor stroje Nikorobflail, Německo. [online]. [cit. 2017-03-03]

Dostupné z WWW: <https://www.kommtek.de/produkte/automatisierung/roboflail-one/>

Společnost NIKO-výrobce stroje Roboflail, Německo. [online]. [cit. 2017-03-03]

Dostupné z WWW:

http://www.nikomaschinenbau.de/contents/de/produkte/raupen/roboflail_42804.htm

Společnost Profistroje – distributor stroje, Česká republika. [online]. [cit. 2017-03-03]

Dostupné z WWW: http://www.profistroje.cz/radiem-rizena-pasova-svahova-sekacka-roboflail-one_603.html

8 Seznam příloh, tabulek a schémat

8.1 Tabulky a schémata

Tabulka 1 - Tabulka parametrů

Tabulka 2 - Stanovení vah pomocí Saatyho metody

Tabulka 3 - Vícekriteriální matice

Tabulka 4 - Standardizovaná kriteriální matice R

Tabulka 5 - Výsledná tabulka podle hodnoty užitku

Tabulka 6 - Normalizovaná kriteriální matice

Tabulka 7 - Normalizovaná vážená kriteriální matice

Tabulka 8 - Výsledný přehled pořadí variant

Tabulka 9 - Párové porovnání variant dle kritéria K1- cena

Tabulka 10 - Párové porovnání variant dle kritéria K2- svahová dostupnost

Tabulka 11 - Párové porovnání variant dle kritéria K3- záběr sečení

Tabulka 12 - Párové porovnání variant dle kritéria K4- max. produktivita

Tabulka 13 - Párové porovnání variant dle kritéria K5- hmotnost

Tabulka 14 - Výpočet užitku metodou AHP

Tabulka 15 - Pořadí variant

Tabulka 16 - Rekapitulace

Schéma 1 - Hierarchická struktura úlohy vícekriteriální analýzy variant

Schéma 2 - Hierarchická struktura metody AHP pro výběr sekacího stroje.

8.2 Seznam příloh

Příloha č.1 – obrázek č. 1 Sekací stroj Spider mini

Příloha č.2 – obrázek č. 2 Sekací stroj Spider ILD01

Příloha č.3 – obrázek č. 3 Sekací stroj Spider ILD02

Příloha č.4 – obrázek č. 4 Sekací stroj NIKO roboflail one

8.3 Přílohy

Příloha č.1 – obrázek č. 1 Sekací stroj Spider mini



Zdroj: <http://www.svahova-sekacka.cz/>

Rádiem řízená sekačka Spider MINI je nejmenším vyráběným modelem firmy Dvořák - svahové sekačky s.r.o. Svoji svahovou dostupností a manévrovatelností se však SPIDER MINI blíží profesionálním modelům SPIDER ILD01 a ILD02. Sekačka SPIDER MINI je založena na stejném konceptu jako ostatní vyráběné produkty, ale nově je vybavena unikátními řetězovými pojezdovými portály, které zajišťují spolehlivý a bezúdržbový provoz stroje a snižují jeho těžiště. Zároveň stroj výrazně zjednodušují. SPIDER MINI je navržen a koncipován pro zákazníky, kteří potřebují pouze občas sekat strmé svahy a nepřístupný terén, ale také pro ty, kteří vyžadují pohodlný a bezpečný stroj pro běžné sečení komunálních ploch a zahrad. Lze převážet i v malých dodávkových a combi automobilech.

Dosah dál. Ovládání: 100 m

Motorizace: Briggs & Stratton 950, 223ccm

Záběr sečení: 56 cm

(Š x h x v): 104 x 90 x 60 cm

Svahová dostupnost: 30% (58% s ukotvením)

Váha: 125 kg

Max. rychlost 4 km/h

Výška sečení: 4-9 cm

Produktivita: 1500m²/hod.

Příloha č.2 – obrázek č. 2 Sekací stroj Spider ILD01



Zdroj: <http://www.svahova-sekacka.cz/>

Rádiem dálkově řízená svahová sekačka SPIDER ILD01 představuje základní produkt firmy Dvořák - svahové sekačky s.r.o. Tento stroj je na trhu od roku 2003 a jedná se o světově vůbec první dálkově řízený stroj pro profesionální údržbu svahů. Skvělá svahová dostupnost a jedinečné manévrovací schopnosti jsou výsledkem především revolučního a patentovaného systému pojezdu zvaného "**tančící krok**". Okamžitě po svém uvedení na trh se sekačka SPIDER ILD01 dočkala obrovského ohlasu a úspěchu a získala mnoho prestižních ocenění na mnoha světových výstavách a veletrzích. Stroj lze velmi lehce a rychle přepravovat i na velké vzdálenosti pomocí běžného přívěsného vozíku za osobní automobil nebo speciálního vozíku s integrovanými výsuvnými nájezdy. Umožňuje tedy pracovní uplatnění i tělesně postiženým osobám.

Dosah dál. Ovládní: 100 m

Motorizace: Kawasaki FS 541 V, 603ccm

Záběr sečení: 80 cm

(Š x h x v): 120 x 135 x 91 cm

Svahová dostupnost: 40% (55% s ukotvením)

Váha: 245 kg

Max. rychlost 7 km/h

Výška sečení: 3-11 cm

Produktivita: 3000 m²/hod.

Příloha č.3 – obrázek č. 3 Sekací stroj Spider ILD02



Zdroj: <http://www.svahova-sekacka.cz/>

Rádiem dálkově řízená svahová sekačka SPIDER ILD02 je v pořadí druhým výrobkem firmy Dvořák - svahové sekačky s.r.o. Stroj byl poprvé představen v roce 2005 a v sériové výrobě je od roku 2006. Od té doby je pravidelně modernizován. Konceptně a technologicky navazuje na model SPIDER ILD01, zároveň však přináší mnohé inovace a zlepšení. Pojezdový systém je rozšířen o možnost smykového zatáčení a produktivitou se stroj vyrovná i těžké mechanizaci. Jedná se o uživatelsky nejoblíbenější typ sekaček SPIDER, který rovněž získal mnoho ocenění po celém světě. Stroj lze velmi lehce a rychle přepravovat i na velké vzdálenosti pomocí běžného přívěsného vozíku za osobní automobil nebo speciálního vozíku s integrovanými výsuvnými nájezdy. Umožňuje tedy pracovní uplatnění i tělesně postiženým osobám.

Dosah dál. Ovládní: 100 m

Motorizace: Kawasaki FS 691V, 726ccm

Záběr sečení: 123 cm

(Š x h x v): 164 x 143 x 92 cm

Svahová dostupnost: 40% (55% s ukotvením)

Váha: 335 kg

Max. rychlost 8 km/h

Výška sečení: 7-14 cm

Produktivita: 5000 m²/hod.

Příloha č.4 – obrázek č. 4 Sekací stroj NIKO roboflail one



Zdroj: <http://www.svahova-sekacka.cz/>

Dálkově rádiem řízená pásová svahová sekačka RoboFlail One. Jde o stroj na sekání svahů a nepřístupných ploch. Robustní profesionální stroj konstruovaný pro maximální zatížení je určen pro sekání špatně přístupných ploch a náročného terénu. Díky svému dálkovému ovládání je i v takovémto terénu bezpečný. Stroj je možno vybavit žacím ústrojím ESM Verti2-Flail® pro údržbu extenzivních ploch nebo třínožovým žacím ústrojím Velocity Plus™ pro intenzivní údržbu travnatých ploch. Výhodou je velmi nízké těžiště a široký rozchod. To vše na pásovém podvozku. Při vývoji svahové sekačky byl kladen důraz především na spolehlivost a využitelnost stroje. Svahová dostupnost je v závislosti na podkladu 55% bez nutnosti kotvení. Umožňuje pracovní uplatnění i tělesně postiženým osobám.

Dosah dál. Ovládání: 300 m

Motorizace: Kawasaki 19 kW, 25 PS

Záběr sečení: 120 cm

(Š x h x v): 180 x 170 x 110 cm

Svahová dostupnost: 55% (dle podkladu)

Váha: 730 kg

Max. rychlost 7 km/h

Výška sečení: 8-15 cm

Produktivita: 3000 m²/hod.