

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Hodnocení a výběr dodavatelů pomocí metod vícekriteriálního rozhodování

Gleb Sotsenko

Bakalářská práce  
2023

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2022/2023

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Gleb Sotsenko**  
Osobní číslo: **D19111**  
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**  
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**  
Téma práce: **Hodnocení a výběr dodavatelů pomocí metod vícekritériálního rozhodování**  
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

## Zásady pro vypracování

Úvod

1. Teoretické aspekty hodnocení a výběru dodavatelů
2. Analýza současného stavu
3. Návrh řešení pro výběr dodavatele

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **40-50 stran**  
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí/ho**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:  
dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Stefan Jovčić, Ph.D.**  
Katedra dopravního managementu, marketingu  
a logistiky

Datum zadání bakalářské práce: **31. října 2022**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2023**

L.S.

---

**doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.**  
děkan

---

**Ing. Pavla Lejsková, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 25. dubna 2023

Prohlašuji:

Práci s názvem „Hodnocení a výběr dodavatelů pomoci metod vícekritériálního rozhodování“ jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 12. 5. 2023

Gleb Sotsenko v. r.

Rád bych poděkoval vedoucímu práce, Stefanovi Jovčičovi, Ph.D., za vstřícný přístup a cenné rady při vypracování mé bakalářské práce. Také děkuji své rodině, vyučujícím a kamarádům za podporu a motivaci během studia. Bez těchto lidí by to nebylo možné.

## **ANOTACE**

Práce je zaměřená na výběr dodavatelů pomocí nástrojů a metod vícekriteriální analýzy. Cílem práce je, na základě rešerši literatury, definovat kritéria které následně budou použity k hodnocení a výběru dodavatele. Ne všechna kritéria pro rozhodování jsou stejně důležitá, proto je nutné mezi mnoho z nich roztrdit a dát jim správnou váhu. Kromě toho jsou vybraná kritéria obvykle protichůdná a dále se používají v rámci alternativ k seřazení dodavatelů od nejlepšího po nejhoršího. Dále bude provedena revize metod vícekriteriálního rozhodování a bude rozhodnuto, která metoda je nejvhodnější pro řešení problému výběru dodavatele. Vybraná metoda bude aplikovaná v kontextu případové studie. Kromě toho, bude taky uvedena srovnávací analýza za účelem porovnání prezentovaných výsledků.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

rozhodování, metoda, proces, dodavatel, manažer, ARAS, MARCOS

## **TITLE**

Evaluation and selection of suppliers using multi-criteria decision-making methods

## **ANNOTATION**

The work is focused on the selection of suppliers using tools and methods of multi-criteria analysis. The aim of the thesis is to define the criteria that will be used to evaluate and select the supplier based on the literature search. It is necessary to sort among many of them and give them the right weight. In addition, the selected criteria are usually contradictory and are further used within the alternatives to rank suppliers from best to worst. Next, a review of multi-criteria decision-making methods will be conducted to decide which method is the most appropriate to solve the supplier selection problem. The selected method will be applied in the context of the case study. In addition, a comparative analysis will also be given to compare the results presented.

## **KEYWORDS**

decision, method, process, supplier, manager, logistics, ARAS, MARCOS

# OBSAH

ÚVOD .....	8
1    TEORETICKÉ ASPEKTY HODNOCENÍ DODAVATELŮ .....	9
1.1    Outsourcing .....	11
1.2    Metoda MCDM .....	14
1.3    Metody vícekritériálního rozhodování .....	16
1.3.1    ARAS .....	16
1.3.2    KEMIRA .....	18
1.3.3    TOPSIS .....	19
1.3.4    AHP .....	21
1.3.5    Metoda MARCOS .....	24
2    ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU .....	27
3    NÁVRH ŘEŠENÍ PRO VÝBĚR DODAVATELE .....	29
3.1    Definice kritérií .....	29
3.1.1    Cena .....	29
3.1.2    Flexibilita .....	30
3.1.3    Technologie .....	31
3.1.4    Bezpečnost .....	33
3.1.5    Spolehlivost .....	34
3.2    Definice tabulky vstupních dat .....	35
3.3    Kalkulace a implementace metody ARAS .....	36
3.4    Kalkulace a implementace metody MARCOS .....	39
3.5    Analýza výsledku implementace metod ARAS a MARCOS .....	43
ZÁVĚR .....	46
SEZNAM TABULEK .....	51
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	52
SEZNAM ZKRATEK .....	53

## ÚVOD

Dnes je zcela zřejmé, že za optimálním a spolehlivým výsledkem stojí celý tým specialistů, které řídí a zpracovávají objednávky a dělá všechno pro to, aby zákazník dostal požadovanou objednávku včas, na správním místě ve správný čas a za optimálních podmínek. Ale pro dosažení požadovaného výsledků je třeba zpracovávat všechno včas a správně, aby žádné faktory neovlivnily celý proces přepravy objednávky

Moje práce je zaměřena na hodnocení a výběr dodavatelů pomocí metod a nástrojů vícekriteriální analýzy, což znamená, že budeme hodnotit celkový výběr určitých dodavatelů a vybereme z nich nejlepší. Tyto metody umožňují hodnotit více faktorů, jako je kvalita, cena, dodací lhůta a další, a tím poskytují celkový obrázek o dodavateli. V posledních letech se stále více logistické společnosti se snaží zlepšit svůj proces hodnocení a výběru dodavatelů, aby mohly optimalizovat své náklady, zlepšit kvalitu svých produktů a služeb a zajistit si loajalitu svých dodavatelů. Pro tento účel se často používají metody vícekriteriálního rozhodování.

Výběr vhodné metody pro hodnocení a výběr dodavatelů závisí na specifických potřebách a požadavcích každé společnosti. Proto je důležité pečlivě zvážit jednotlivé metody a vybrat tu, která nejlépe odpovídá potřebám dané společnosti.

Výsledky hodnocení dodavatelů pomocí vícekriteriálního rozhodování mohou být užitečné pro další rozhodování společnosti, jako je například volba nejlepšího dodavatele pro daný projekt, řízení vztahů se stávajícími dodavateli nebo plánování budoucích obchodních aktivit.



# 1 TEORETICKÉ ASPEKTY HODNOCENÍ DODAVATELŮ

V posledních letech došlo ke značnému rozvoji logistiky, což má zásadní vliv na efektivnost a hospodárnost podnikání. Některé z hlavních trendů v oblasti logistiky zahrnují:

Na začátku je potřeba definovat teoretické aspekty vícekritériálního rozhodování, co se týče základních pojmů. Poprvé je potřeba definovat pojem „Dodavatel“ a vysvětlit, proč je to tak důležité. V logistice se pojem "dodavatel" označuje subjekt, který dodává materiál, výrobky, služby nebo informace potřebné ke zlepšení a optimalizaci logistických procesů v rámci dané společnosti. Tyto dodávky mohou být krátkodobé nebo dlouhodobé a mohou zahrnovat například suroviny, polotovary, náhradní díly, služby logistiky, informace o stavu zásob nebo jiné související informace.

Dodavatel se definuje jako společnost nebo jednotlivec, který poskytuje zboží nebo služby jiné společnosti. V kontextu logistiky může dodavatel poskytovat suroviny, hotové produkty nebo služby přepravy, aby podpořil tok zboží v dodavatelském řetězci. Tyto dodavatele jsou klíčovými hráči v dodavatelském řetězci a hrají důležitou roli při zajišťování, že zboží a materiály jsou přepravovány včas, efektivně a za rozumnou cenu.

Výběr dodavatele je pro společnost klíčovým rozhodnutím, protože má významný vliv na úspěšnost logistických procesů a celkovou efektivitu jejího podnikání. Proto je nutné pečlivě hodnotit kritéria, jako jsou kvalita, spolehlivost, cena a dodací lhůty, aby byl zajištěn výběr nejvhodnějšího dodavatele.

Správné hodnocení dodavatelů je pro společnost klíčovým faktorem, který má významný vliv na úspěšnost jejího podnikání. Z několika důvodů:

1. Zajištění kvality dodávek: Správným hodnocením dodavatelů je možné zajistit, že společnost bude mít přístup k nejlepším produktům a službám na trhu, což povede k lepší kvalitě jejich výrobků a služeb.
2. Optimalizace nákladů: Správným výběrem dodavatelů může společnost optimalizovat své náklady, což se projeví jak ve snížení cen dodávek, tak v úspoře času a zdrojů vynaložených na jejich shánění.
3. Zlepšení dodacích lhůt: Správným hodnocením dodavatelů a výběrem těch nejspolehlivějších je možné zajistit, že společnost bude mít přístup k produktům a službám včas a že jejich výrobní proces nebude narušen nedostatkem surovin.
4. Zvýšení spokojenosti zákazníků: Kvalitní a dostupné dodávky jsou klíčem k zajištění spokojenosti zákazníků, což má pozitivní vliv na image společnosti a její finanční výsledky.

Význam správného hodnocení dodavatelů je tedy nezpochybnitelný, a jeho provedení pomocí metod vícekriteriálního rozhodování může společnosti pomoci dosáhnout výše uvedených přínosů. Dodavatel v logistice zajišťuje dodávky produktů nebo služeb, které jsou nezbytné pro realizaci logistických procesů v rámci společnosti. Tyto produkty a služby mohou zahrnovat například suroviny pro výrobu, náhradní díly, logistické služby atd. Dodavatelé také spolupracují s logistickými odborníky v rámci společnosti, aby zajistili co nejefektivnější a nejspolehlivější dodávky.

Dodavatel je povinen splňovat určité povinnosti v rámci svého dodavatelského vztahu se svým zákazníkem. Tyto povinnosti mohou být specifikovány ve smlouvě mezi dodavatelem a zákazníkem, případně mohou být stanoveny zákony a předpisy. Některé z hlavních povinností dodavatele v logistice mohou zahrnovat:

1. Dodání produktů nebo služeb v plánovaném čase a množství
2. Splnění specifikací produktů nebo služeb stanovených ve smlouvě
3. Udržování kvality produktů nebo služeb na požadované úrovni
4. Řádné dodržování předpisů a regulací týkajících se produktů a služeb
5. Ochrana a zachování důvěrných informací svého zákazníka
6. Zajištění, že produkty nebo služby nejsou škodlivé pro zdraví nebo životní prostředí.

Je důležité, aby dodavatel plnil své povinnosti správně a řádně, aby mohl udržet dobré vztahy se svým zákazníkem a zachovat si svou dobrou pověst v oboru.

Význam dodavatelů pro úspěšnost logistických procesů je neméně důležitý než jejich význam pro jiné oblasti podnikání. Správně zvolení a hodnocení dodavatelé mohou zajistit, že logistický řetězec bude pružný a efektivní, což se projeví v rychlejší realizaci objednávek, snížení nákladů a zvýšení spokojenosti zákazníků.

## 1.1 Outsourcing

Na rozhodování manažerů v logistice má obrovský význam Outsourcing. Outsourcing jako strategie byl poprvé přijat v 80. letech 20. století, ale jako praxe vznikl již v 50. letech 20. století (Hätönen and Eriksson, 2009). Liao (2002) uvedl, že jedním z hlavních cílů outsourcingu je úspora nákladů. Podniky musí své činnosti zajišťovat externě, protože na trhu existuje mnoho konkurentů, kteří to dokážou udělat levněji, rychleji a lépe, uvedla Tayauova (2012). Stejný autor poznamenal, že soustředění na hlavních aktivitách, snížení nákladů, zlepšení výkonnosti a nové zkušenosti jsou hlavními výhodami outsourcingu. Co se týče nevýhod, tak mezi nevýhody patří riziko vyzrazení důvěrných dat a technologií, synchronizace výstupů, mnoho skrytých nákladů a nedostatečné zaměření na zákazníka. Však, Tayauova (2012) uvádí, že hlavními nevýhodami jsou nedostatek manažerské kontroly nad outsourcovanými operacemi, problémy s kvalitou, ohrožení bezpečnosti a důvěrnosti, skryté náklady a přerzdělení stávajících týmů. Co se týče výhod, mezi výhody patří pružnost, soustředění na klíčových aktivitách. Naopak, výhodami jsou rozdělení rizik a snížení nákladů. Mezi nevýhody patří riziko vyzrazení důvěrných dat a technologií, mnoho skrytých nákladů a nedostatečné zaměření na zákazníka.

V logistice má outsourcing klíčový význam, protože umožňuje společnostem efektivněji a efektivněji zajišťovat své dodavatelské a logistické potřeby. Outsourcing logistiky může být výhodný pro společnosti, které potřebují zlepšit své dodací řetězce, zvýšit efektivitu a snížit náklady. Externí dodavatel logistiky může pomoci optimalizovat výrobní procesy, urychlit dodací čas, snížit skladové náklady a zvýšit celkovou efektivitu. Navíc outsourcing logistiky umožňuje společnostem se soustředit na své klíčové kompetence a zaměřit se na své hlavní obchodní cíle, aniž by museli vynakládat velké náklady na vybudování a udržování vlastního logistického týmu.

Výběr správného dodavatele logistiky však vyžaduje pečlivý výzkum a hodnocení. Je důležité vybrat dodavatele, který bude schopen poskytnout kvalitní služby a splňovat požadavky společnosti na dodací řetězce. Proto je nutné pečlivě zvážit výhody a rizika outsourcingu logistiky a vybrat dodavatele, který je schopen plně podporovat potřeby společnosti.

Ačkoli má outsourcing v logistice mnoho výhod, existují také některá rizika. Tyto rizika zahrnují:

1. Ztráta kontroly: Když je logistický proces outsourcingován, společnost ztrácí část kontroly nad svými dodacími řetězci a procesy.
2. Ztráta znalostí a zkušeností: Společnost může přijít o své interne znalosti a zkušenosti v oblasti logistiky, což může ovlivnit její schopnost řídit a řešit logistické problémy v budoucnu.
3. Nedostatečná kvalita služeb: Někteří dodavatelé logistiky nemusí poskytovat kvalitní služby, což může vést k zpožděním, špatným dodacím řetězcům a dalším problémům.
4. Nepředvídatelnost nákladů: Náklady na outsourcing logistiky mohou být nejasné a náročné na vyčíslení, což může vést k finančním problémům pro společnost.
5. Kulturní rozdíly: Pokud je dodavatel logistiky z jiné země než společnost, mohou existovat rozdíly v kulturních zvyklostech a jazykových bariérách, což může vést k komunikačním problémům a nesprávnému pochopení požadavků společnosti.

Li-jun (2012) provedl studii o analýze a kontrole rizik outsourcingu podnikové logistiky, kde jsou rizika rozdělena do několika kategorií, jako je riziko řízení, smluvní riziko, informační a finanční riziko. Je potřeba definovat možná rizika outsourcingu: Riziko úspory nákladů, finanční rizika, složitost řízení, geopolitická rizika, interní problémy se zaměstnanci, riziko ztráty duševního vlastnictví, mezinárodní sdílení dat, globální kulturní prostředí, jakož i obtíže v komunikaci a koordinaci.

Pokud se jedná o outsourcingu, tak my musíme zvažovat také i jeho výhody:

1. Možnost se soustředit na hlavní činnosti podniků a přenést externí činnosti na společnosti, které ten outsourcing provádějí.
2. Zlepšení hospodářských výsledků.
3. Zlepšení výsledků klíčových procesů logistické společnosti
4. Nové zkušenosti a možnost najít spolehlivé partnery a zaměstnance do podniku

Je třeba pečlivě zvážit všechna rizika a ujistit se, že budou adekvátně řešena, aby se minimalizovalo riziko neúspěšného outsourcingu.

outsourcing může být pro společnosti v logistickém sektoru výhodný z několika důvodů. Může pomoci snížit náklady a zvýšit efektivitu, umožnit společnostem zaměřit se na své hlavní činnosti a získat přístup ke specifickým znalostem a zdrojům.

Nicméně, outsourcing není bez rizik. Je důležité pečlivě zvážit všechna rizika a zajistit, aby byla adekvátně řešena. Společnosti musí zajistit, aby dodavatelé byli kvalifikovaní a spolehliví a měli zkušenosti v oblastech, které chtějí outsourcovat. Důležité je také udržovat

kontroly a komunikaci se zahraničními dodavateli, aby se minimalizovaly rizika spojená s outsourcingem.

Výběr správného dodavatele a pečlivé plánování mohou pomoci minimalizovat rizika outsourcingu v logistickém sektoru a zvýšit jeho výhody. Společnosti, které jsou schopny úspěšně outsourcovat logistické funkce, si mohou udržet konkurenční výhodu na trhu a zlepšit své výsledky.

## 1.2 Metoda MCDM

Multi-criteria decision-making (MCDM) je metoda, která se používá k rozhodování mezi alternativami na základě více kritérií. Tento přístup k rozhodování zohledňuje více faktorů, než je obvykle u tradičního jedno-kritériálního rozhodování, které se soustředí na jedno hlavní kritérium.

V MCDM se nejprve určí kritéria, na základě kterých se rozhodování provádí. Poté se vybere alternativa, která nejlépe splňuje tato kritéria. Kritéria mohou být kvantitativní (jako cena, doba dodání, kvalita atd.) nebo kvalitativní (jako image dodavatele, vztahy se zákazníky, ekologické faktory atd.). Metoda využívá matematické modely a algoritmy k výpočtu a porovnání hodnotících kritérií, což pomáhá rozhodovatelům vybrat nejlepší alternativu na základě jejich preferencí. MCDM se používá v mnoha oblastech, jako je strategické plánování, investiční rozhodování, marketingové rozhodování, výzkum a vývoj a dalších. Nicméně, tyto metody jsou často náročné na čas a mohou vyžadovat speciální znalosti a nástroje pro správné použití. Metody MCDM se často používají v oblastech jako jsou management, marketing, logistika a další. Tyto metody mohou být kvalitativní nebo kvantitativní a mohou zahrnovat různé přístupy k rozhodování, včetně váženého součtu, analýzy hierarchie, TOPSIS a dalších.

Výhodou MCDM je, že umožňuje zahrnout více faktorů a kritérií do procesu rozhodování, což může vést k lepším a vyváženějším rozhodnutím. MCDM umožňuje také porovnávat alternativy a zvážit jejich různé aspekty, což umožňuje uživatelům lépe porozumět jednotlivým alternativám a rozhodnout se pro nejlepší možnost.

Další výhodou MCDM je, že umožňuje systematické porovnání alternativ a kritérií, což může pomoci uživatelům objevit nové způsoby myšlení a možnosti. Navíc, MCDM metody mohou být kvalitativní nebo kvantitativní a mohou zahrnovat různé přístupy k rozhodování, včetně váženého součtu, analýzy hierarchie, TOPSIS a dalších.

Existují různé metody vícekritériálního rozhodování. Alinezhad a Khalili (2014) uvádějí, že následujícím stupněm MCDM jsou metody MADM (Multiple Attribute Decision Making) a MODM (Multiple Object Decision Making). MODM se zaměřuje na situace, když je potřeba vybrat z několika variant nejvíce vyhovující vůči jiným kritériím, MODM se zaměřuje na nalezení optimálních kritérií, která maximalizují nebo minimalizují hodně kritérií najednou. MODM se zaměřuje na spojitě rozhodovací prostory s nekonečným počtem alternativ a je také znám jako spojitě problémy rozhodování. Zde se za řešení rozhodovacího problému považuje proveditelná oblast (v níž leží alternativy). Jedná se o optimalizační problém, jehož řešením není zvolena žádná přímá a konkrétní alternativa. V těchto typech jsou kritérii cíle a atributy jsou implicitní. Ačkoli zde není jasný cíl a varianta, jsou zde jasná

omezení a rozhodovatelé mají vysokou míru interakce. Však, MODM, podle mnohých studií, je méně používán, než ostatní.

Co se týče MADM, metoda je orientovaná na to, aby pečlivě zvažila s ohledem na různé faktory co nejlepší jediné řešení, jinak, MADM vybírá mezi alternativami vzhledem k předem stanoveným kritériím.

Matematický model je definován prostou rovnicí

$$\max(\min) f(\underline{x}): IR^n \rightarrow IR^1$$

$$S. t. \underline{x} \in X: IR^n \rightarrow IR^1$$

Kde  $n$  reprezentuje počet rozhodovacích proměnných,  $m$ -označuje počet funkční omezení problému, a  $\underline{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}_{n \times 1}$  a možný prostor pro sadu omezení jsou:

$$X = \{ \underline{x} \in IR^n \mid g_i(\underline{x}) \begin{cases} \leq \\ \geq \end{cases} b_i; i = 1, \dots, m \}.$$

Pokud  $\underline{x} \in X$ , řešení je možné, a pokud  $\underline{x} \notin X$ , řešení není možné. V tomto případě, rozhodnutí bude uděláno na základě lineární víceúčelové funkce a její matematickém modelu:

$$\underline{F}^t(\underline{x}) = (f_1(\underline{x}), f_2(\underline{x}), \dots, f_k(\underline{x}))$$

$$\max(\min) \underline{F}(\underline{x}): IR^n \rightarrow IR^k$$

$$S. t. \underline{x} \in X: IR^n \rightarrow IR^m$$

Optimální řešení je takové řešení, při kterém jsou všechna optimální kritéria optimalizovaná. Ale, takové možnosti jsou velmi přesné. Pokud je výsledné řešení proveditelné a suboptimální, vznikají efektivní a neefektivní řešení

## 1.3 Metody vícekriteriálního rozhodování

### 1.3.1 ARAS

ARAS (Additive Ratio Assessment) je vícekriteriální rozhodovací metoda vyvinutá v roce 1984. Umožňuje porovnávat alternativy na základě několika kritérií, což usnadňuje rozhodování v oblastech, jako je výběr dodavatele.

Metoda ARAS je založena na porovnávání alternativ pomocí "poměrů". Hodnoty kritérií jsou normalizovány v rozmezí 0 až 1 a poté jsou hodnoceny na základě poměru mezi normalizovanými hodnotami kritérií a vahami kritérií. To umožňuje porovnat alternativy a vybrat tu nejlepší.

Metoda ARAS se vyznačuje jednoduchostí výpočtu a snadnou implementací, díky čemuž je mezi uživateli oblíbená. Lze ji použít v situacích, kdy jsou kritéria kvantifikovatelná. Metoda ARAS je velmi rychlá a účinná pro výběr nejlepší alternativy z malého počtu alternativ.

Nevýhodou metody ARAS je, že nezohledňuje vztahy mezi kritérii a tzv. paradox nejlepší alternativy, kdy nejlepší alternativa není výsledkem porovnání jednotlivých kritérií, ale pouze kombinací všech hodnot kritérií. Kromě toho může být metoda ovlivněna zvolenými vahami kritérií, což může vést k nejistotě ohledně přesnosti a spolehlivosti výsledků.

Kroky k výpočtu metody ARAS jsou následující:

1. Úroveň hustoty zalidnění
2. Dostupnost lokalit.
3. Úroveň zalidnění.
4. Náklady na nájemné.
5. Příjmy obyvatelstva.

Metoda ARAS je provedena s využitím dat z jednotlivých alternativ Data zpracovaná v systému podpory rozhodování pro výběr optimálního řešení pomocí metody ARAS. Výpočty jsou provedeny s využitím dat z jednotlivých alternativ, jak je předem stanoveno. Každému kritériu je přiřazena váha podle míry důležitosti jednotlivých požadovaných kritérií, to se definuje před začátkem rozhodování. (Edmundas et al 2010)

Kazimieras Zavadskas a Turskis (2014) uvádějí, že podle nové navržené metody ARAS je hodnota funkce užitku určující komplexní účinnost proveditelné alternativy přímo úměrná relativnímu účinku hodnot a vah hlavních kritérií uvažovaných v projektu. Podle hodnoty funkce užitku lze určit priority alternativ. V důsledku toho je při použití této metody vhodné hodnotit a řadit alternativy rozhodnutí. Stupeň užitečnosti alternativy se určuje porovnáním varianty, která je analyzována, s ideálně nejlepší variantou. V této metodě by měly být



kvalitativní atributy převedeny na kvantitativní atributy a atributy by měly být nezávislé, aby bylo možné vybrat nejvíce odpovídající alternativu.

Lze konstatovat, že poměr s optimální alternativou lze využít při hledání pořadí alternativ a hledání způsobů, jak alternativní projekty zlepšit.

### 1.3.2 KEMIRA

KEMIRA metoda pracuje s maticemi, které zahrnují váhy kritérií a výkonnostní hodnocení alternativ. Tyto matice jsou následně analyzovány pomocí řady statistických nástrojů, jako je faktorová analýza a korelační analýza.

KEMIRA metoda se vyznačuje tím, že zohledňuje jak relativní důležitost kritérií, tak i nelineární vztahy mezi nimi a mezi alternativami. Díky tomu se může lépe použít v případech, kdy jsou kritéria vzájemně závislá a vykazují nelineární vztahy.

Mezi nevýhody KEMIRA metody patří, že je náročnější na vstupní data a statistickou analýzu, což může být pro uživatele složité a náročné. Navíc je tato metoda poměrně komplexní, což může vést k nejistotě ohledně správnosti a přesnosti výsledků.

Metoda, představená v roce 2014, se používá k určení priority a váhy atributů ve dvou různých skupinách, přičemž konečné pořadí alternativ má podobu rozhodovací matice. Tato technika je kompenzační metodou a vyžaduje převod kvalitativních atributů na kvantitativní. Autoři článku „New KEMIRA Method for Determining Criteria Priority and Weights in Solving MCDM Problem“ uvádějí, že výhodou navržené metody KEMIRA je, že umožňuje současně určit váhy kritérií a provést postup řazení alternativ. Tato metoda je zvláště výhodná v případě, že existují samostatné skupiny kritérií a musíme určit váhy kritérií v každé skupině. Například v situaci, kdy existuje kombinace určitých objektů vnější a vnitřní hodnotící kritéria. (Rahim et al, 2010)

### 1.3.3 TOPSIS

Halicka (2020) uvádí, že TOPSIS je zaměřen na měření podobnosti s ideálním řešením a je metodou klasifikace podle blízkosti: alternativy jsou seřazeny na stupnici shody s ideálem a anti ideálem. Výsledky jsou seřazeny podle váhy kritérií použitých ve standardním postupu. Nejlepší řešení je to, které je nejbližší nebo nejdále od ideálu. Výsledné integrální skóre určuje pozici varianty v ratingu. Výsledky jsou seřazeny podle váhy kritérií použitých ve standardním postupu. Nejlepší řešení je to, které je nejbližší nebo nejdále od ideálu. Výsledné celkové skóre určuje pozici možnosti v žebříčku. (Rahim et al, 2018)

Kroky výpočtu metody TOPSIS jsou následující:

- 1) Provést normalizaci rozhodovací matice

$$r_{ij} = \frac{X_{ji}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}}$$

- 2) Normalizovaná vážená hodnota:

S vahou  $w_j = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)$ , kde  $W$  je váha kritéria pro všechny  $j$  a  $\sum_j = 1$ ;  $w_j = 1$ , normalizace váhové matice  $V$  je  $I_j = w_j * r_{ij}$

- 3) Určení matice ideálního řešení kladného a záporného ideálního řešení pomocí tohoto vzorce:

$$A^+ = \{(\max V_{ij} | j \in J), (\min V_{ij} | j \in J')\}, i = 1, 2, 3, \dots, m$$
$$= \{V_1^+, V_2^+, V_3^+, \dots, V_n^+\}$$

$$A^- = \{(\min V_{ij} | j \in J)(\max V_{ij} | j \in J'), i = 1, 2, 3, \dots, m\}$$
$$\{V_1^-, V_2^-, V_3^-, \dots, V_n^-\}$$

- 4) Spočítat rozdíl

- a.  $S^+$  je alternativní vzdálenost od kladného ideálního řešení definována

$$\text{jako: } s_i^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

- b.  $S^-$  je alternativní vzdálenost od záporného ideálního řešení je

$$\text{definována jako: } s_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

- 5) Výpočet ideálního kladného řešení  $w$ :

$$C_i^+ = \frac{s_i}{(s_i^- + s_i^+)}$$

- 6) Alternativní hodnocení: Alternativní  $C^+$  seřazené od největší hodnoty po nejmenší. Alternativa s největší hodnotou  $C^+$  je nejlepší řešení. (Halicka, 2020)

TOPSIS má několik výhod, jaké jsou jednoduchost a lehká implementace, schopnost pracovat s jakýmkoli počtem a typem kritérií a jiných alternativ, bez ohledu na to, zda to jsou kvantitativní nebo kvalitativní faktory. Z jiné strany, má také několik nevýhod, a je velmi citlivý na váhu některých kritérií, a náchylný na vlivy extrémních hodnot. Takže, TOPSIS neumožňuje pracovat s nehomogenními daty: Pokud data mají různé jednotky, může být metoda velmi obtížně použitelná. TOPSIS může být použit pouze v případech, kdy jsou kritéria lineární a neinteragují mezi sebou. Nevýhodou je také to, že TOPSIS vyžaduje velmi přesnou definici ideálního a anti-ideálního řešení, což může být složité vzhledem k subjektivní interpretaci.

Celkově je metoda TOPSIS užitečnou a oblíbenou metodou pro hodnocení alternativ v různých oblastech, ale je důležité vzít v úvahu její omezení a možné nevýhody.

### 1.3.4 AHP

AHP vytvořil Saaty (1980) pro řešení rozhodovacích problémů v komplexních a vícekritériálních situacích. Proto se tento výzkum nezabývá vysvětlením konkrétních podrobností o této metodě, ale spíše jejími základními koncepty. AHP pomáhá při rozhodování, které je charakterizováno několika vzájemně propojenými a často si konkurujícími kritérii, a stanovuje priority mezi rozhodovacími kritérii, pokud jsou stanovena v kontextu cíle rozhodování. Klíčovým aspektem je, že rozhodovací kritéria jsou posuzována s ohledem na jejich relativní důležitost, aby bylo možné mezi nimi najít kompromisy. (Darko et al, 2018)

AHP se skládá ze třech základních kroků:

1. Tvorba hierarchie-první úroveň obsahuje cíl rozhodnutí, a následující nižší úrovně představují rozdělení kritérií, které mají vliv na rozhodnutí, dílčích kritérií a alternativ pro dosažení cíle rozhodnutí.
2. Párové porovnání—rozhodovatelé (kteří zpravidla jsou experti na danou oblast) jsou povinni, aby provedli párové porovnání prvků na každé úrovni hierarchie, přičemž se předpokládá, že prvky jsou na sobě nezávislé. V tomto ohledu a s ohledem na rozhodovací cíl se provádí porovnání relativní důležitosti každých dvou kritérií na druhé úrovni hierarchie. Srovnávají se také každé dvě dílčí kritéria v rámci téhož kritéria (na druhé úrovni) a tak dále.
3. ověření konzistence – pro stanovení relativní důležitosti každého kritéria a každé alternativy k dosažení rozhodovacího cíle jsou nezbytné expertní posudky. Protože AHP umožňuje subjektivní úsudky rozhodovatelů, není konzistence úsudků automaticky zaručena. Proto je pro zajištění optimalizovaného výsledku nezbytné ověření konzistence. [6].

Však, existují přesnější kroky:

Prvním krokem je definovat problém a určit druh hledaných znalostí. Problém, který má být analyzován, je už vybrán ze všech, které jsou považovány za dostatečně důležité nebo složité, aby mohly být analyzovány. Tento výběr může být sám o sobě složitý problém, pro který je třeba provést specifickou analýzu. Při definování a výběru problému je třeba jasně uvést všechny předpoklady a hledisko, na jejichž základě bylo toto rozhodnutí přijato.

Strukturovat hierarchii rozhodování. Tato struktura se buduje "shora s cílem rozhodování, pak cílů z širší perspektivy, přes meziúrovně (kritéria) až po nejnižší úroveň (která je obvykle soubor alternativ)". Z koncepčního hlediska můžeme po vymezení hlavního cíle

nebo záměru přistupovat k souvztažnému problému hledajícím řešení buď postupem shora dolů (od kritérií k alternativ), nebo procesem zdola nahoru (od alternativ ke kritériím). Je nutné vytvořit model tak, aby bylo možné identifikovat kritéria a alternativy, které jsou skutečně relevantní. Na rozhodovací hierarchie musí být dostatečně rozsáhlá, aby zahrnovala hlavní zájmy rozhodovatelů a malé množství alternativ. Dostatečná, aby umožňovala včasné změny. V tomto kroku musí rozhodovatelé vyloučit zvažované alternativy, neproveditelné nebo které neodpovídají kritériím považovaným za skutečně relevantní.

Sestavit matice pro výpočet souboru párových srovnání. Každý prvek v horní úrovni se používá k porovnání prvků v úrovni bezprostředně pod ním vzhledem k němu. To znamená, že jedna matice musí být sestavena pro každé kritérium v horní úrovni. Srovnání se provádí prostřednictvím stupnice, která ukazuje, kolikrát je jeden prvek důležitější nebo dominantnější než jiný prvek s ohledem na kritérium nebo kritérium na vyšší úrovni vlastnosti, s ohledem, na kterou jsou porovnávány. Pro měření se používá slovní stupnice kvantitativních i kvalitativních kritérií. Stupnice se pohybuje v rozmezí od "stejný" až po "absolutně větší" a „důležitější než“. V buňce matice s preferovaným kritériem je uvedena hodnota a v druhé buňce je uvedena hodnota převrácenou hodnotu ( $1/\text{hodnota}$ ). Nadbytečnost těchto porovnání ve dvojicích pomáhá při analýze přesnější a při budování znalostí o prvcích problému. Přednost této metody spočívá v tom, že právě v její schopnosti přiřadit všem prvkům problému, ať už hmatatelným, nebo nehmatatelným, relativní váhu, a vytvořit hierarchii jejich relativní důležitosti.

Pomocí těchto kroků vypočítat relativní váhu prvků pro každou úroveň: sečíst hodnotu sloupců, aby normalizovat matici v normalizované matici sečtete řádky, abyste získali relativní váhu v matici. prioritu kritérií. Vyhodnotit konzistenci matice výpočtem vlastních čísel pro porovnání relativního poměru mezi kritérii; vyhodnotit konzistenci matice výpočtem vlastních čísel pro porovnání relativního poměru mezi kritérii s náhodnou konzistencí podle velikosti matice. Pokud se vyskytne problém s konzistencí, rozhodovací orgán musí svá porovnání přezkoumat, aby je zlepšil. Pro každé kritérium musí být provedeny předchozí kroky. Vypočítat hodnoty každé alternativy pro každé kritérium jsou zahrnuty do jedné matice, s použitím vypočtené priority. sečtou se hodnoty každé alternativy a získá se konečná hodnota. Nejlepší alternativou je s nejvyšší hodnotou (prioritou). Kontrola a vyváženost rozhodnutí. V této fázi je nutné zkontrolovat, zda výsledky aplikace AHP jsou v souladu s očekáváním, a pokud jsou zjištěny nedostatky, je třeba provést revizi předchozího procesu. Je velmi důležité vyhnout se rozporům mezi modelem a očekáváním. Kdykoli je to nutné, model třeba doplnit tak, aby zahrnoval prvky nebo kritéria, která nebyla dříve identifikována nebo zvažována. Dokumentace rozhodnutí. Pro zdokumentování rozhodovacího procesu je důležité zaznamenat všechny

důvody, které podpořily způsob a důvody přijetí rozhodnutí. Tyto záznamy mohou být užitečné pro zdůvodnění procesu pro třetí strany, nebo jej v budoucnu reflektovat, což umožní průběžné zlepšování rozhodovacího procesu.

Metoda AHP má své výhody:

- Strukturovaný systém
- Možnost kvantifikovat subjektivní preference a priority rozhodovacích kritérií.
- Dá se použít na složité problémy s mnoha varianty rozhodnutí.
- užitečné výstupy, jako jsou váhy kritérií a výsledky rozhodnutí.

Však, má metoda také nevýhody, které mohou ovlivnit celý proces rozhodnutí:

- Složitá příprava dat a výpočtů.
- Při nevhodném použití, může být výsledek ovlivněn subjektivními faktory.
- Výsledky jsou citlivé na změny v přesnosti vstupních dat a preferencích rozhodujících osob.

Metoda AHP je celosvětově uznanou metodou pro vícekritériální rozhodování, která dává manažerům možnost kvantifikovat subjektivní preference a priority rozhodovacích kritérií a poskytne užitečné postupy při rozhodování. [9]

### 1.3.5 Metoda MARCOS

Metoda MARCOS je zcela nová metoda, která byla vyvinuta v roce 2020 a slouží k velkému množství aplikací, je snadné použitelná a založená na ideálních a anti-ideálních rozhodnutích. Poté se změří užitečnost alternativ a na základě hodnot užitečnosti alternativ se vypočítají různé funkce užitečnosti, aby se nakonec zjistily váhy alternativ a jejich pořadí.

Výhody metody Fuzzy MARCOS jsou následující:

1. zohlednění fuzzy referenčních bodů prostřednictvím fuzzy ideálního a anti-ideálního řešení na samém počátku tvorby modelu,
2. přesnější určení stupně užítku vzhledem k oběma nastaveným řešením, návrh nového způsobu určení funkcí užítku a jejich agregace,
3. možnost uvažovat velký soubor kritérií a alternativ, což je demonstrováno i na reálném příkladu.

Metodika je v této studii použita na základě následujících kroků: [8].

- Krok 1:

Předpokládá se, že se rozhoduje v "m" alternativách a "n" kritériích. Rozšířená matice

je kombinací primární matice a ideálních i anti-ideálních řešení, jak je uvedeno dále:

**Tabulka 1** Vzorec pro výpočet rozhodovací matice

		Kriteria		
		$(C_1)$	...	$(C_n)$
Alternativy	AAI	$[X_{aa1} \cdots X_{aan} X_{11}]$		
	$(A_1)$			
	...			
	$(A_m)$			
	AI			

Zdroj: autor

Kde  $X_{ij}$  označuje rozhodovací hodnotu související s hodnocením alternativy  $I^{\text{th}}$  proti  $J^{\text{th}}$  kritérií. Ideální a anti-ideální řešení se označují jako AI, resp. Ideální řešení je minimální hodnota mezi různými alternativami s ohledem na prospěšná kritéria. Pokud by se jednalo o nákladové kritérium, ideální řešení by bylo maximální hodnotou. V případě anti-ideálního řešení je postup zcela opačný. Maximální pro užitečné a minimální hodnota pro nákladové kritérium.



- Krok 2: Normalizace

Normalizovaná matice se vypočítá podle ideálního řešení takto:  $n_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ai}}$  pro prospěchové a  $n_{ij} = \frac{x_{ai}}{x_{ij}}$  pro nákladová kritéria. Normalizace se provádí pro rozšířenou matici a AAI a AI jsou také v procesu normalizace.

- Krok 3: Matice:

$V = [V_{ij}]_{m \times n}$  je vážená matice, která se vypočítá s ohledem na váhy kritérií ve vzorci takto:  $v_{ij} = n_{ij} \times w_j$ . Pro rozšířenou matici se vypočítají vážené hodnoty.

- Krok 4: Stupeň užitečnosti:

Stupně užitečnosti jsou vypočteny pro všechny alternativy na základě hodnot ideálního a anti-ideálního řešení takto:  $S_i = \sum_j V_{ij} \Rightarrow K_i^- = \frac{S_i}{S_{aai}}, K_i^+ = \frac{S_i}{S_{ai}}$

- Krok 5: Funkce užitku:

Na základě hodnot užitku se vypočítávají různé kladné a záporné funkce užitku. Funkce užitku se však počítá na základě hodnot užitku a funkcí takto:

$$f(K_i^-) = \frac{K_i^+}{K_i^+ + K_i^-} \text{ and } f(K_i^+) = \frac{K_i^-}{K_i^+ + K_i^-}$$

$$f(K_i) = \frac{K_i^- + K_i^+}{1 + \frac{1 - f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1 - f(K_i^-)}{f(K_i^-)}}$$

- Krok 6: Hodnocení

Alternativní pořadí je založeno na funkci užitku odvozené z kroku 5 metodiky. [8]

Metoda MARCOS má své výhody, jaké jsou:

1. Snadnost použití: metoda je lehká k pochopení a k použití, což vysvětluje její popularity.
2. Schopnost pracovat s nekompletními daty: lze pracovat i s nekompletními daty, které budou pak doplněny během zpracování metody
3. Možnost práce s neurčitostí: neurčité hodnoty jsou také zapojené do výpočtu a porovnávají se s ostatními hodnoty.

Však, metoda má také i své nevýhody, jako jsou:

1. Závislost na vstupních datech: Výsledky metody MARCOS jsou velmi závislé na vstupních údajích, to může vést k chybným výpočtům, pokud jsou údaje nepřesné nebo neúplné.

2. Nedostatečné stanovení priorit kritérií: metoda MARCOS nezohledňuje různou důležitost různých kritérií, což může vyvolat problém, pokud jsou některá kritéria považovaná za důležitější než jiná.
3. Není možné pracovat s velkým počtem kritérií: Metoda může být těžce použitelná, pokud je velký počet kritérií, které je třeba zohledňovat.

## 2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Současně vícekriteriální rozhodování hraje v logistice velkou roli, dá se říci, že má klíčový význam. Logistické procesy nejsou jednoznačné a mohou být občas velmi komplikované. Dnes je kladen důraz na to, že během rozhodování budou vzaty do úvahy více faktorů najednou, protože zpravidla výběr optimální alternativy na základě pouze jednoho kritéria je omezený a občas nedává celkový přehled na situaci, při které je potřeba s ohledem na všechny faktory vybrat tu nejlepší možnost. Vícekriteriální rozhodování (MCDM) je v oblasti logistiky stále populárnější díky své schopnosti řešit komplexní a dynamickou povahu logistických rozhodovacích problémů. Je potřeba zmínit ucelený přehled současného stavu MCDM v logistice, včetně přehledu nejčastěji používaných metod MCDM, jejich silných a slabých stránek a jejich aplikací v logistice.

V posledních letech většina výzkumníků se zaměřila na kombinace různých metod vícekriteriálního rozhodování pro dosažení co nejlepšího výsledku. Pomocí kombinací několika druhů metod dá se kompenzovat omezení určitých metod výhodami metod jiných. Kromě toho, kombinace několika metod najednou zlepšuje přesnost výsledku rozhodovacího procesu a může vést k dosažení co nejlepšího výsledku v tom, co se týče výběru dodavatele. Jednou ze strategií sloučení různých přístupů je použití rámce konkurenčních metod, kdy se na stejný rozhodovací problém použije několik technik a jejich výsledky se porovnávají a sčítají, aby se dospělo ke konečnému úsudku. Tato strategie se v praxi často používá, zejména v prostředí, kde je třeba přijímat složitá rozhodnutí, včetně strategického plánování, řízení investic nebo politiky životního prostředí.

Jelikož v dané práci k výběru dodavatele použity metody ARAS a MARCOS, je potřeba definovat výhodu, která vznikne jejich pomocí jejich kombinací. Jak už bylo zmíněno dříve, oba způsoby dovolují pracovat s velkým počtem kritérií najednou. Technika ARAS však explicitně nepopisuje preference mezi kritérii, což omezuje její schopnost řešit problémy s nekonzistentními preferencemi.

AHP, TOPSIS a další vícekriteriální metody pro rozhodování spojuje do jednoho rozhodovacího procesu přístup MARCOS. Pomocí systému MARCOS lze modelovat nekonzistentní přání a uživatel může vybírat z různých hodnotících kritérií. Na základě souhrnných výsledků jednotlivých technik jsou pak možnosti hodnoceny celkově. Uživatelé systémů ARAS a MARCOS mají možnost spojit své výsledky s výsledky jiných technik vícekriteriálního rozhodování a získat tak komplexnější, přesnější a spolehlivější zjištění.

Použití obou strategií současně však může být obtížnější než použití jedné z nich samostatně a vyžaduje více znalostí a zkušeností s vícekritériálním rozhodováním.

V první kapitole jsou popsány pouze některé z metod, které mohou být použity k rozhodování na základě velkého počtu kritérií, ale v další části dané práce budou použity jen ARAS a MARCOS. Důvodem tohoto rozhodnutí je to, že, jak už bylo zmíněno dříve, že metody jsou novější a do každé ze dvou metod lze přidat praktické jakékoliv kritéria. Důležitým faktorem je to, že metoda MARCOS umožňuje pracovat s neurčitými daty, které lze pak během výpočtu doplnit. Každá ze dvou metod je celosvětově uznanou a používá se ve mnohých oblastech včetně logistiky. Pokročilé techniky vícekritériálního rozhodování, jako jsou ARAS a MARCOS, mají oproti běžným technikám, jako je TOPSIS nebo AHP, řadu výhod, které již byly zmíněny v této práci.

Použití obou metod společně může být pro vícekritériální rozhodování přínosné, protože kombinuje výhody jednotlivých metod. Metoda ARAS je vhodná pro jednoduchá rozhodnutí, kde jsou kritéria nezávislá, zatímco metoda MARCOS je vhodná pro složitější rozhodnutí s mnoha závislými faktory. V závislosti na povaze rozhodovacího problému, dostupných údajích a preferencích rozhodovatelů lze použít řadu metodik pro agregaci více metod. Jednou z často používaných metodik je metoda váženého součtu, kdy se výsledky jednotlivých metod váží a poté se sčítají, aby se získalo celkové skóre pro každou volbu. Ke stanovení vah lze použít různé metody, včetně expertního názoru, statistické analýzy a multikritériální rozhodovací analýzy.

Použití různých rozhodovacích technik může mít různé výhody. Zaprvé tím, že se sníží vliv individuálních předsudků nebo chyb, může se zvýšit odolnost a spolehlivost rozhodovacího procesu. Za druhé, tím, že zohledňuje různé faktory a úhly pohledu, může nabídnout důkladnější a přesnější pohled na rozhodovací proces. Zatřetí, tím, že nastíní přesné zdůvodnění učiněné volby, může zvýšit odpovědnost a otevřenost rozhodovacího procesu. Integrace několika metodik může obecně nabídnout spolehlivější, důkladnější a jasnější řešení složitých rozhodovacích otázek. Vyžaduje to však důkladné zvážení výhod a nevýhod různých přístupů, dostupnosti a kvality dat a preferencí a hodnot rozhodujících osob.

Navíc, je potřeba zmínit to, že obě metody jsou nejvíce optimální z pohledu velkého počtu kritérií, jejichž počet může být prakticky libovolný. Dokonce, je možnost použít ARAS u neurčitých nebo takových kritériích, ve kterých uživatel není jist. Tento model naznačuje, že budoucí výzkum vícekritériálního rozhodování v logistice bude pravděpodobně klást větší důraz na integraci různých metodik.

## 3 NÁVRH ŘEŠENÍ PRO VÝBĚR DODAVATELE

Jak už bylo zmíněno dříve, k rozhodování bude použity metody ARAS a MARCOS. Jejich výhody jsou vysvětleny v první části dané práce. Jejich implikace bude ukázaná na případové studii. Nejprve, je potřeba definovat kritéria pro výběr dodavatele.

### 3.1 Definice kritérií

Kritéria v logistice jsou určité faktory, parametry nebo charakteristiky, které se používají k posuzování a hodnocení úrovně výkonnosti, kvality nebo efektivity logistického systému nebo procesu. Kritéria mohou být různého typu a zahrnují například časové faktory (doba dodání, doba procesu), náklady (náklady na skladování, náklady na dopravu), kvalitu (kvalita výrobků, kvalita služeb), flexibilitu (schopnost reagovat na změny poptávky) nebo environmentální faktory (vliv logistických procesů na životní prostředí). Kritéria jsou důležitá pro správné rozhodování v logistice, protože umožňují vyhodnotit a porovnat různé možnosti a vybrat nejvhodnější řešení.

Konkrétně v této práci kritéria pro výběr dodavatelů jsou: Cena, flexibilita, spolehlivost, technologie a bezpečnost. Je potřeba definovat je podrobněji.

#### 3.1.1 Cena

Cena je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících logistická rozhodnutí. Výše logistických nákladů může ovlivnit celkovou ziskovost a konkurenceschopnost podniku na trhu. Cena může hrát důležitou roli jak při výběru dodavatelů, tak při stanovení cen vlastních výrobků a služeb podniku.

Cena v logistice závisí na vnitřních i vnějších faktorech. Mezi vnitřní faktory patří marketingové cíle, marketingová strategie, náklady, zatímco mezi vnější faktory patří pružnost poptávky, očekávání zákazníků, konkurenční a jiné výrobky a vládní nařízení. Firma má tendenci zvolit cenu maximalizující zisk. Na domácím trhu se cena vyšší, než mezní náklady řídí monopolní silou firmy pro určitý výrobek. Toho se dosahuje prostřednictvím strategie diferenciací výrobků a jejich upřednostňování spotřebiteli. V případě mezinárodního obchodu hrají při stanovení ceny zboží důležitou roli náklady na logistiku. Rozsah dopadu se pravděpodobně liší u jednotlivých druhů zboží. (Sinha.2011)

V oblasti nákupu a výběru dodavatelů může cena hrát rozhodující roli. Pokud jsou náklady na nákup vysoké, může to vést k vysokým nákladům na skladování, manipulaci s výrobky a další činnosti. To může ovlivnit celkové náklady na zásoby a způsobit problémy s likviditou a výkonností podniku.

Cena je také důležitým faktorem při stanovování cen výrobků a služeb. Cena musí být stanovena tak, aby zákazníci byli ochotni za výrobek nebo službu zaplatit, ale zároveň musí být dostatečně vysoká, aby pokryla náklady a vytvořila zisk. V tomto smyslu může cena ovlivnit konkurenceschopnost podniku na trhu a jeho postavení vůči konkurenci.

V dané práci cena je stanovena v korunách českých na kilometr, a ceny odpovídají aktuálním cenám na trhu. Jelikož v této práci se porovnávají mezi sebou celkem 4 dodavatele, danému kritériu budou odpovídat 4 položky,

**Tabulka 2** Cena u dodavatelů

<b>Dodavatele</b>	<b>Cena (Kč/km)</b>
Dodavatel 1	24
Dodavatel 2	25,5
Dodavatel 3	26
Dodavatel 4	24,5

Zdroj: autor

### **3.1.2 Flexibilita**

Flexibilita je v logistice důležitým faktorem, protože umožňuje společností přizpůsobit se měnícím se podmínkám na trhu, potřebám zákazníků a narušením dodavatelského řetězce. Flexibilní logistický systém dokáže rychle reagovat na neočekávané události, jako jsou přírodní katastrofy, přerušování prací nebo zpoždění výroby, minimalizovat jejich dopad na dodavatelský řetězec a zajistit, aby se zboží dostalo k zákazníkům včas. Flexibilní logistický systém navíc umožňuje společností přizpůsobit své operace měnícím se potřebám a preferencím zákazníků, jako jsou změny objednávek, specifikací výrobků nebo harmonogramů dodávek. To může společností pomoci udržet spokojenost a loajalitu zákazníků a získat konkurenční výhodu na trhu. Obecně je flexibilita nezbytná pro dosažení efektivity, spolehlivosti a rychlosti reakce v logistických operacích.

Flexibilita logistiky zahrnuje mnoho činností, jako je organizace příchozích a odchozích zásilek, poskytování podpory výrobě a poskytování informací pro koordinaci těchto činností. Díky logistické flexibilitě může firma odložit závazky, přijmout změny a doladit dodávky tak, aby vyhovovaly specifickým potřebám zákazníků. (How Technology is Changing the Future of Logistics, 2019)

Protože v dané práci jsou zmíněné celkem 4 dodavatele, budeme mít 4 položky, odpovídající flexibilitě každého dodavatelů, která bude definovaná na základě škály, která má celkem 10 bodu, kde 1 je nejnižší položka, a 10 je maximální.

**Tabulka 3** Flexibilita dodavatelů

Dodavatele	Flexibilita
Dodavatel 1	7
Dodavatel 2	9
Dodavatel 3	10
Dodavatel 4	8

Zdroj: autor

### 3.1.3 Technologie

Vzhledem k tomu, že technologie jsou dnes propojené s každým aspektem lidského života, je potřeba definovat jejich význam v tom, co se týče logistiky. Vývoj technologií posouvá hranice a mění způsob podnikání ve světě. Dnes jsme si zvykli, že vše je online a na dosah ruky, abychom k němu měli okamžitý přístup. Prostřednictvím společnosti Amazon, průkopníka rychlých doručovacích služeb, je možné obdržet balíček za méně než hodinu po objednání, v závislosti na místě, kde žijete. Zdokonalené technologie také zvýšily produktivitu dodavatelského řetězce, čímž se minimalizovaly náklady a chyby. Z těchto pokroků se skládají všechny oblasti logistického průmyslu: kamionová doprava, mezinárodní doprava (námořní a letecká), řízení dodavatelského řetězce a sledování zásilek. (Shamsuzzoha, 2011)

Definujeme hlavní a klíčové faktory, které tvoří význam technologií pro logistiku. Poprvé, je potřeba popsat systémy trackingu a sledování zásilek během jejich přepravy.

Systém sledování a dohledávání se neomezuje pouze na úroveň výrobců, ale také na celé síť dodavatelského řetězce, které jsou odděleny tržními silami. S ohledem na systém sledování a dohledávání lze síť dodavatelského řetězce považovat za integrační přístup k řešení plánování a kontroly materiálů od dodavatelů ke koncovým uživatelům. Správné sledování a dohledávání proto vyžaduje všechny potřebné informace o dodavatelských sítích, aby mohly být řízeny účinně a efektivně. Různé strany v rámci logistické sítě. Lze ze strany logistiky dodavatelského řetězce rozdělit do dvou skupin: dodavatelé a průmysloví zákazníci a koncoví zákazníci. Dodavatelé a průmysloví zákazníci kladou na dodavatelský řetězec požadavky v rámci systému sledování a dohledávání jako požadavky "business-to-business", zatímco koncoví zákazníci kladou na dodavatelský řetězec požadavky "business-to-consumer".

Sledovací systém je obvykle považován za spojovací článek mezi informačními systémy a fyzickou realitou (materiálovým tokem) v logistické síti. Tento systém je považován za klíčovou složku služeb pro dopravní průmysl, která uspokojuje potřeby výrobních podniků. V logistickém řetězci je oznámení o dodávce v reálném čase velmi důležité a okamžitý stav zpoždění nebo jiných problémů s dodávkou je nutné oznámit co nejdříve.

Technologie RFID je velmi důležitá pro dnešní logistiku. RFID znamená Radio Frequency Identification, nebo česky identifikace na rádiové frekvenci. Je to bezkontaktní technologie, která se skládá ze dvou základních prvků, RFID čtečky a RFID tagu (buď transpondér nebo RFID etiketa). RFID tag obsahuje mikročip a anténu, které se nachází buď na papírovém nebo plastovém nosiči. Mikročip ukládá data, které se týkají informace o zásilce, a anténa umožňuje bezdrátovou komunikaci, v tento okamžik RFID čtečka posílá rádiové signály, které přijímá anténa a čte informace z mikročipu na RFID tagu.

Technologie RFID má mnoho výhod. Štítky RFID lze číst z větší vzdálenosti a bez viditelnosti mezi čtečkou a štítkem. Technologie RFID umožňuje rychlejší a efektivnější sledování a zvyšuje přesnost a spolehlivost zásob.

Technologie RFID se široce používá v logistice ke sledování a správě zboží v reálném čase. RFID umožňuje lepší sledování a řízení toku zboží v celém dodavatelském řetězci, od výroby až po konečného uživatele.

Systém GPS (Global Positioning System) hraje v logistice klíčovou roli, protože poskytuje přesné informace o poloze a pohybu vozidel, nákladu a personálu v reálném čase. Díky technologii GPS mohou logistické společnosti optimalizovat svůj provoz, snížit náklady a zvýšit spokojenost zákazníků.

Mezi konkrétní způsoby, kterými je systém GPS v logistice důležitý, patří:

1. sledování a monitorování vozidel: GPS umožňuje logistickým společnostem sledovat a monitorovat pohyb jejich vozidel v reálném čase. Tyto informace pomáhají společnostem optimalizovat trasy, snižovat spotřebu paliva a zlepšovat dodací lhůty.
2. Sledování majetku: Technologie GPS může být také použita ke sledování polohy a pohybu nákladu a dalších aktiv. To pomáhá logistickým společnostem zajistit, aby jejich zboží bylo dodáno včas a v dobrém stavu.
3. Zlepšení bezpečnosti: Technologie GPS může také pomoci zlepšit bezpečnost logistických operací. Díky sledování chování řidičů mohou logistické společnosti identifikovat rizikové způsoby jízdy a přijmout opatření ke snížení počtu nehod.



4. Zvýšení efektivity: Díky poskytování přesných informací o poloze vozidel a majetku v reálném čase pomáhá technologie GPS logistickým společnostem zvýšit jejich celkovou efektivitu. To může vést k úsporám nákladů a větší spokojenosti zákazníků.
5. Celkově je technologie GPS důležitým nástrojem moderních logistických operací, který poskytuje společnostem informace potřebné k optimalizaci jejich provozu, snížení nákladů a zvýšení spokojenosti zákazníků.

V dané práci jsou celkem 4 dodavatele, proto budeme mít celkem 4 položky, odpovídající technologickému pokroku a využití technologií u každého dodavatele, která bude definovaná na základě škály, která má celkem 10 bodu, kde 1 je nejnižší položka, a 10 je maximální.

**Tabulka 4** Technologie dodavatelů

Dodavatele	Technologie
Dodavatel 1	7
Dodavatel 2	9
Dodavatel 3	10
Dodavatel 4	8

Zdroj: autor

### 3.1.4 Bezpečnost

Bezpečnost v dopravě, jako ve všem na světě, hraje velkou roli. Na tom, jak přesně budou dodržena její pravidla, záleží nejen přesnost a spolehlivost doručení, ale i bezpečnost pracovníků, které tu přepravu provádějí. Klíčovou složkou logistických operací je bezpečnost, protože ovlivňuje zdraví pracovníků, veřejnosti a životního prostředí. Přesun velkých nákladů na velké vzdálenosti, jako je tomu v případě přepravy komodit, může představovat řadu bezpečnostních rizik. Příčiny úrazů a materiálně vyjádřených škod mohou být na jednom místě, zatímco statistiky o následcích mohou být vedeny na jiném místě. Obecné dopady událostí tak není vždy jsou uvědomovány, což ztěžuje jejich sledování. Náklady na pracovní úrazy v podniku mohou být značné, a to v závislosti na druhu úrazu, výplatě nemocenské a na tom, jak úraz ovlivní například výrobní proces a rozsah administrativních a informačních činností a materiální škody. (Pia, 2010)

Nedodržení bezpečnosti v logistice může mít nákladné následky včetně poškození pověsti, soudních důsledků a ztráty lidského života. Proto je pro přepravní firmy zásadní, aby

ve svých provozech kladly velký důraz na bezpečnost tím, že zavedou přísné bezpečnostní zásady, budou vzdělávat a školit zaměstnance a pravidelně hodnotit a zvyšovat svou výkonnost v oblasti bezpečnosti.

Protože máme celkem 4 dodavatele, budeme mít 4 položky, odpovídající tomu, jaký důraz na bezpečnost klade každý z dodavatelů. Hodnocení je založeno na škále od 1 do 10.

**Tabulka 5** Bezpečnost dodavatelů

<b>Dodavatele</b>	<b>Bezpečnost</b>
Dodavatel 1	8
Dodavatel 2	8
Dodavatel 3	9
Dodavatel 4	8

Zdroj: autor

### **3.1.5 Spolehlivost**

Pod pojmem „spolehlivost“ v dané práci je myšlena přesnost doručení, dodržení všech předem stanovených smluvních podmínek. Spolehlivost má klíčový význam pro logistický podnik. Spolehlivost znamená to, že zásilka, zboží, náklad nebo informace bude doručena ve správný čas, na správné místo, ve správném tvaru. Pokud logistický systém určité společnosti je naplánován správně, to může znamenat to, že společnost může být považována za důvěryhodnou a zodpovědnou, a bude kvalitně plnit požadavky zákazníků. To následně buduje důvěru, a dává reputační výhody, jako goodwill, a buduje důvěru mezi logistickou společností a zákazníkem.

Spolehlivý logistický systém také přispívá k úspoře nákladů tím, že snižuje pravděpodobnost výpadku zásob, nadbytečných zásob a požadavku na urychlené dodání. Kromě toho, spolehlivý logistický systém může vést ke snížení rizika výpadku zásob a nadbytečných zásob.

V logistice se používá značné množství komplikovaných technologií, zařízení a systémů. Spolehlivost těchto technologií a zařízení je pro průběh logistických operací velmi důležitá. Nespolehlivost může vést k poruchám, zastavení výroby a dalším problémům, což má v konečném důsledku negativní dopad na efektivitu provozu a spokojenost zákazníků. Kromě toho, logistika často zahrnuje zboží vysoké hodnoty, jako jsou například spotřebiče, elektronika, léčiva a zdravotnický materiál. Spolehlivost při manipulaci a skladování tohoto

zboží je důležitým faktorem, který zabraňuje ztrátám a poškozením, jež mohou vést ke značným finančním ztrátám a negativním zdravotním následkům.

V dané práci jsou zmíněny celkem 4 dodavatele, a její spolehlivost je popsána v následující tabulce:

**Tabulka 6** Spolehlivost dodavatelů

Dodavatele	Spolehlivost (%)
Dodavatel 1	98
Dodavatel 2	98,3
Dodavatel 3	99,3
Dodavatel 4	98,75

Zdroj: autor

### 3.2 Definice tabulky vstupních dat.

Jelikož všechna kritéria jsou už popsána, můžeme pokračovat dál a definovat tabulku vstupních dat. V tabulce budou definované jednotlivé váhy všech potřebných k výpočtům kritérií. Následující tabulka je nezbytná pro výpočty. Správná definice vstupních dat je nutnou podmínkou pro výpočet každé ze dvou metod ARAS a MARCOS. Na tom budou pak založeny další kroky návrhu kombinaci metod pro vícekritériálního rozhodování.

- Krok 1.

Formulace rozhodovací matice. Rozhodovací matice se skládá z  $m$  proveditelných alternativ (řádků) ohodnocených  $n$  plnými znaménky. To se dělá pomocí následujícího vzorce:

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & \cdots & x_{0j} & \cdots & x_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = \overline{0, m}, j = \overline{1, n}; \quad [17]$$

**Obrázek 1** Vzorec pro formulace rozhodovací matice.

Kde  $m$  – počet alternativ,  $n$  – počet kritérií popisující každou alternativu  $x_{ij}$  – hodnotu odpovídající výkonnostní hodnotě  $i$ -té alternativy z hlediska  $j$ -tého kritéria,  $x_{0j}$  – optimální váha  $j$ -tého kritéria. (Jovčić,2021)

Tato tabulka je základním zdrojem dat pro další implementaci metod ARAS a MARCOS

**Tabulka 7** Hodnoty pro výpočet metod ARAS a MARCOS

	<b>Cena (Kč/km)</b>	<b>flexibilita</b>	<b>Spolehlivost (%)</b>	<b>Technologie</b>	<b>Bezpečnost</b>
Dodavatel 1	24	7	98	7	8
Dodavatel 2	25,5	8	98,3	9	8
Dodavatel 3	26	9	99,3	10	9
Dodavatel 4	24,5	8	98,75	8	8

Zdroj: autor.

### 3.3 Kalkulace a implementace metody ARAS.

- Krok 2 Normalizace vstupních dat

Jelikož, matice vstupních dat je již definovaná, dalším krokem je převést tabulku vstupních dat na tabulku normalizovaných hodnot.

**Tabulka 8** Normalizace vstupních dat pro metodu ARAS

<b>Normalizace</b>	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>
0	0,2064	0,2181	0,2011	0,2265	0,2138
D1	0,2064	0,1697	0,1984	0,1586	0,1901
D2	0,1943	0,1939	0,1990	0,2039	0,1901
D3	0,1906	0,2181	0,2011	0,2265	0,2138
D4	0,2022	0,1939	0,2000	0,1812	0,1901
MIN/MAX	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX
Váhy	0,28	0,22	0,26	0,15	0,09

Zdroj: autor.

U metody ARAS normalizace vstupních dat se provádí pomocí lineární normalizaci. To se uskutečňuje tak, že se pro každé kritérium spočítá rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou daného kritéria. Pak se pro každou hodnotu kritéria odečte jeho nejnižší hodnota a výsledek se dělí rozsahem hodnot.

Matematické to lze vyjádřit následovně: Pro kritéria s maximálními preferovanými hodnoty vypočet se provádí podle daného vzorce:  $\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}$ . Pro kritéria s minimálními preferovanými hodnotami se normalizace provádí ve dvou krocích podle následující rovnice:

$$x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^*}; \bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}.$$

- Krok 3. Definice normalizované matice

Kritéria je možné hodnotit s váhami  $0 < W_j < 1$ . Pouze dobře podložené váhy by měly být použity, protože váhy jsou vždy subjektivní a ovlivňují řešení. Hodnoty vah  $W_j$  se obvykle určují metodou expertního hodnocení. Součet vah  $W_j$  by byl omezen následujícím způsobem:

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1;$$

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{01} & \cdots & \hat{x}_{0j} & \cdots & \hat{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{i1} & \cdots & \hat{x}_{ij} & \cdots & \hat{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{m1} & \cdots & \hat{x}_{mj} & \cdots & \hat{x}_{mn} \end{bmatrix}; i = \overline{0, m}, j = \overline{1, n}; \quad [18]$$

**Obrázek 2** Normalizace matice vstupních dat.

Normalizované vážené hodnoty všech kritérií se vypočítají takto:

$\hat{X}_{ij} = \hat{X}_{ij} * W_j; i = \overline{0, m}$ , kde  $W_j$  je vahou (důležitosti)  $j$ -tého kritéria a  $\hat{x}_{ij}$  znamená normalizovanou hodnotu

- Krok 4. Stanovení hodnoty funkce optimality. Funkci optimality lze popsat z následující rovnice:

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{X}_{ij}; i = \overline{0, m}$$

Kde  $S_i$  je hodnotou funkce optimality  $i$ -té alternativy. Největší hodnota  $S_i$  je nejlepší a nejmenší nejhorší. Čím větší je tedy hodnota funkce optimality  $S_i$ , tím je alternativa efektivnější. Podle hodnoty  $S_i$  lze určit priority alternativ.

- Krok 5. Vypočet stupně alternativního užítku.

Pro vypočet stupně alternativního užítku je potřebné porovnat varianty s ideální nejlepší variantou  $S_0$ . Vypočet stupně užitečnosti  $K_i$  je prováděn podle vzorce, který je uveden dále:

$K_i = \frac{S_i}{S_0}; i = \overline{0, m}$ , kde  $S_i$  a  $S_0$  jsou hodnoty kritéria optimality. Spočítané hodnoty vždy jsou v rozmezí 0 až 1. (Jovčić, 2021)

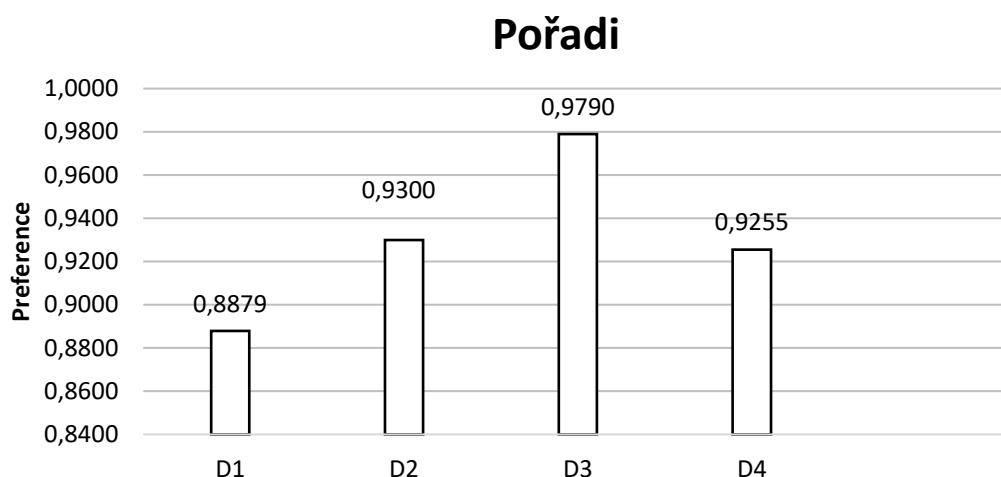
Na konci všech iterací výpočtu budeme mít následující tabulku:

**Tabulka 9** Konečná tabulka pro metodu ARAS

	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>	<b>S</b>	<b>K</b>	<b>Pořadí</b>
0	0,05781	0,0480	0,0523	0,0340	0,0192	0,2113		
D1	0,05781	0,0373	0,0516	0,0238	0,0171	0,1876	0,8879	4
D2	0,05441	0,0427	0,0518	0,0306	0,0171	0,1965	0,9300	2
D3	0,05336	0,0480	0,0523	0,0340	0,0192	0,2068	0,9790	1
D4	0,05663	0,0427	0,0520	0,0272	0,0171	0,1956	0,9255	3
MIN/MAX	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX			

Zdroj: autor

Daná tabulka odpovídá výpočtům, a dovoluje nám zvážit jednotlivá kritéria a přidělit jim jednotlivé váhy. Na základě již vypočtených hodnot můžeme sestavit konečnou tabulku pro finální rozhodnutí. Konečné váhy dle jednotlivých kritérií se nachází ve sloupcích. Seznam dodavatelů se nachází v prvním sloupci tabulky. Pak, na základě součtu hodnot jednotlivých kritérií je velmi snadno definovat pořadí dodavatelů při rozhodovacím procesů. Určení pořadí, které je dodavatelům přiděleno, je založené na počtu dodavatelů a součtu hodnot buněk v jednotlivých řádcích. Pro podrobnější zobrazení preferencí vytvořených na základě metodiky vícekritériálního rozhodování ARAS, založené na výsledcích výpočtů a závěrečné tabulce s pořadím priorit výběru dodavatele, by měl být použit obrázek číslo 3,



**Obrázek 3** Pořadí po výpočtu metody ARAS

Z grafu je vidět, že na základě výpočtu preference ve výběru dostává dodavatel číslo 3. Tento dodavatel nabízí neoptimálnější služby, pokud porovnáme ho s ostatními dodavateli a splňuje požadavky, které stanoveny na základě kritérií a vypočtené preference. Dodavatele 2 a 4 nabízejí také optimální a konkurenceschopné řešení, ale v některých faktorech jsou horší, než dodavatel 3. Dodavatel 1 je umístěn na posledním místě. To je kvůli tomu, že mezi všechny dodavatele, zadané do dané případové studie, dodavatel 1 má nejnižší celkové součty hodnot a váhy všech kritérií, podle kterých nabídky jednotlivých dodavatelů byly zhodnoceny následovně.

### 3.4 Kalkulace a implementace metody MARCOS.

Teď spočítáme a definujeme metodu MARCOS. MARCOS metoda, jak už bylo zmíněno, dovoluje nám počítat i neurčitá kritéria. MARCOS dává možnost určit preference z různých variant, založených na základě jednotlivých kritérií, a dokáže kombinovat různá vstupní data do jednoho modelu rozhodování. MARCOS poskytuje její uživatelem velmi hlubokou analýzu zadaného problému. U metody MARCOS je možnost vytvořit nekonzistentní preference, což dělá ji velmi výhodnou a optimální pro vícekritériální rozhodování. Výsledkem dané metody je uspořádání alternativ vzhledem k zadaným kritériím. Tento postup dovoluje najít nejlepší alternativy a umožňuje manažerům provést výběr na základě jejich preference a požadavků

- Krok 1: Rozšířená počáteční rozhodovací matice.(Stević,2020)

Předpokládá se, že se rozhoduje v "m" alternativách a "n" kritériích. Rozšířená matice je kombinací primární matice a ideálních i anti-ideálních řešení. Poté se změří užitečnost alternativ a na základě hodnot užitečnosti alternativ se vypočítají různé funkce užitečnosti, aby se nakonec zjistily váhy alternativ a jejich pořadí. Předpokládá se, že se rozhoduje v "m" alternativách a "n" kritériích. Rozšířená matice je kombinací primární matice a ideálních i anti-ideálních řešení, jak je uvedeno dále:

**Tabulka 10** Příprava vstupních dat pro metodu MARCOS

Rozšířená matice	K1	K2	K3	K4	K5
AAI	26	7	98	7	8
D1	24	7	98	7	8
D2	25,5	8	98,3	9	8
D3	26	9	99,3	10	9
D4	24,5	8	98,75	8	8
AI	24	9	99,3	10	9
MIN/MAX	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX

Zdroj: autor.

Ideálnímu a anti-ideálnímu řešení v dané tabulce odpovídají zkratky AI a AAI respektive. Ideální řešení je minimální hodnota mezi alternativy s ohledem na výhodná kritéria. Pokud se jedná o nákladové kritérium, ideálním řešením by byla maximální hodnota. V případě anti-ideálního řešení je postup zcela opačný. Maximální pro užitečné a minimální hodnota pro nákladové kritérium.

- Krok 2: Normalizace

Normalizovaná matice se počítá podle ideálního řešení následujícím způsobem:

$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ai}}$  pro výhodné kritéria, a pro  $n_{ij} = \frac{x_{ai}}{x_{ij}}$  pro nákladové kritéria. Normalizace se provádí

pro rozšířenou matici a pro AI a AAI normalizace se provádí taky.



**Tabulka 11** Normalizace vstupních dat metodou MARCOS

Normalizace	K1	K2	K3	K4	K5
AAI	0,9231	0,7778	0,9869	0,7000	0,8889
D1	1,0000	0,7778	0,9869	0,7000	0,8889
D2	0,9412	0,8889	0,9899	0,9000	0,8889
D3	0,9231	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
D4	0,9796	0,8889	0,9945	0,800	0,8889
AI	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
MIN/MAX	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX
Váhy	0,28	0,26	0,22	0,15	0,09

Zdroj: autor

- Krok 3: Vážená matice.

$V = [v_{ij}]_{m \times n}$  -podle tohoto vztahu se počítá vážená matice, a to s ohledem na váhy kritérií následujícím způsobem  $v_{ij} = n_{ij} \times w_j$ . Budou se počítat vážené hodnoty. Váhy jednotlivých kritérií budou použity pak v dalších krocích výpočtu metody MARCOS

- Krok 4: Stupeň užitku.

Stupeň užitku se počítají pro všechny alternativy na základě hodnot odpovídacích anti-ideálnímu a ideálnímu řešení. Výpočet se provádí na základě následujícího vzorce:

$$S_i = \sum_j v_{ij} \Rightarrow K_j^- = \frac{S_i}{S_{aai}}, K_i^+ = \frac{S_i}{S_{ai}}$$

- Krok 5: Funkce užitku.

Na základě hodnot užitku se vypočítávají určité kladné a záporné funkce užitku. Funkce užitku se počítá na základě hodnot užitku a funkcí takto:

$$f(K_i^-) = \frac{K_i^+}{K_i^+ + K_i^-} \text{ a } f(K_i^+) = \frac{K_i^-}{K_i^+ + K_i^-}$$

$$f(K_i) = \frac{K_i^- + K_i^+}{1 + \frac{1 - f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1 - f(K_i^-)}{f(K_i^-)}}$$

- Krok 6: Finální hodnocení.

Finální rozhodovací matice bude založená na základě výpočtu kroku 5. z finální tabulky bude jasně vidět, jaký kritérií tvoří velký význam pro finální rozhodnutí. (Stević)

Na základě všech iterací výpočtu bude dále představena tabulka, v níž budou zapsané ohodnocení všech kritérií, všech důležitých faktorů výpočtu a pak bude udělán finální rozhodnutí o výběru dodavatele na základě všech kritérií a dvou použitých metod. (viz následující stránka).

**Tabulka 12** Příprava pro finální výpočet metody MARCOS

<b>Kritéria a jejich váhy</b>	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>
AAI	0,2585	0,2022	0,2171	0,1050	0,0800
D1	0,2800	0,2022	0,2171	0,1050	0,0800
D2	0,2635	0,2311	0,2178	0,1350	0,0800
D3	0,2585	0,2600	0,2200	0,1500	0,0900
D4	0,2743	0,2311	0,2188	0,1200	0,0800
AI	0,2800	0,2600	0,2200	0,1500	0,0900

Zdroj: autor

V dané tabulce jsou dané jednotlivé již vypočtené váhy všech kritérií. Na jejich základě v následující tabulce bude definované konečné pořadí. Také tam jsou i hodnoty, podle kterých je možné definovat druh kritérií, který vůči ostatním má vyšší prioritu při procesu rozhodování.

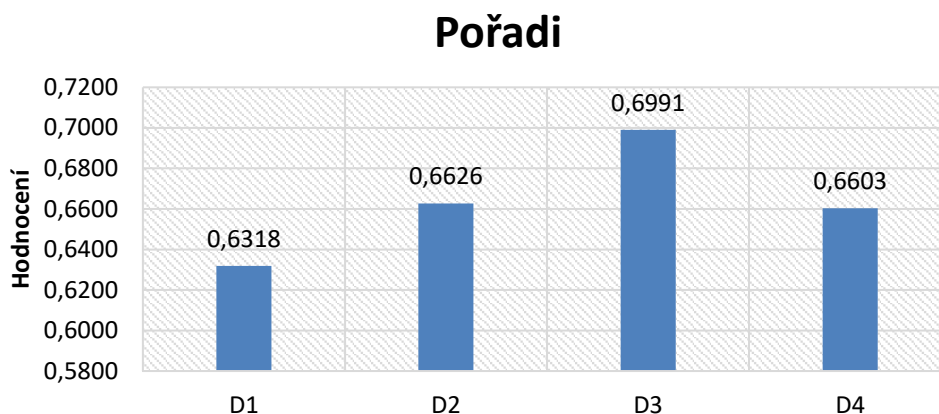
**Tabulka 13** Konečný výpočet metody MARCOS a finální pořadí

<b>D</b>	<b>S</b>	<b>Ki-</b>	<b>Ki+</b>	<b>f(Ki-)</b>	<b>f(Ki+)</b>	<b>f(Ki) = RANK</b>	<b>Pořadí</b>
	<b>0,8628</b>						
<b>D1</b>	<b>0,8843</b>	1,0250	0,8843	0,4632	0,5368	0,6318	4
<b>D2</b>	<b>0,9274</b>	1,0749	0,9274	0,4632	0,5368	0,6626	2
<b>D3</b>	<b>0,9785</b>	1,1340	0,9785	0,4632	0,5368	0,6991	1
<b>D4</b>	<b>0,9242</b>	1,0711	0,9242	0,4632	0,5368	0,6603	3
	<b>1,0000</b>						

Zdroj: autor

Tady je vidět to, že s tabulky plyne, že jako u metody ARAS, znovu dodavatel 4 dostal maximální preferenci, a s ohledem na hodnoty, které byly po provedení všech kroků výpočtů dosažené.

Detailnější přehled může být dosažen pomocí diagramu, který udává pořadí a celkové ohodnocení, které se vyskytlo po výpočtech. (viz následující stránka).



**Obrázek 4** Diagram, reprezentující pořadí všech dodavatelů po zpracování metody MARCOS

Tady na diagramu je uvedeno hodnocení pořadí jednotlivých dodavatelů. Dodavatel číslo 3 je lídrem, protože má nejvyšší rank vůči ostatním. To znamená, že je tedy nejoptimálnější volbou vzhledem k ceně, spolehlivosti, bezpečnosti, a vahám jednotlivých kritérií. V praxi to znamená, že dodavatel číslo 3 nabízí nejoptimálnější řešení pro zákazníky a pro manažery.

Dodavatele číslo 2 a 4 jsou respektive druhý a třetí v pořadí. V podstatě, dodavatele 2 a 4 nabízejí také konkurenceschopná řešení, ale v porovnání s dodavatelem 3 mají určité omezení. Dodavatel číslo 1 je poslední v daném pořadí, což znamená to, že nabízí nejméně výhodné řešení vůči ostatním dodavatelům. Může mít například problémy s kvalitou, přesností a spolehlivostí doručení.

Celkově lze říct, že hodnocení metodou MARCOS umožňuje porovnat jednotlivé dodavatele a určit jejich relativní výhody a nevýhody vzhledem k požadavkům na kvalitu, cenu a dodávky. Na základě tohoto hodnocení může být usnadněno rozhodování o výběru nejvhodnějšího dodavatele pro konkrétní potřeby.

Je však potřeba uvést, že výsledky metody MARCOS jsou velmi závislé na datech, který uživatel zadá, a preferencích, které buď zákazník, nebo uživatel zadá, a pokud bude nějaká hodnota změněná, může dojít i ke změně pořadí dodavatelů a přiděleného jim ranku.

### **3.5 Analýza výsledku implementace metod ARAS a MARCOS**

Po implementaci každé z metod rozhodování je zřejmé, že techniky vícekriteriálního rozhodování jsou opravdu velmi užitečným nástrojem pro rozhodnutí v logistické společnosti.

Na základě takových metod může být usnadněn složitý proces rozhodování. Při implementaci takových metod se využívá kombinace silných stránek každé z daných technik, a dokonce i eliminují jejich slabé stránky. Takové kombinace jsou velmi užitečné v případech, jako ten, který je popsán v dané práci, kdy je potřeba zohledňovat a brát v potaz více faktorů a kritérií najednou.

Je podstatné uvést velmi důležitý faktor toho, že metody vícekriteriálního rozhodování není úplně univerzální způsob řešení všech situací. Když bude rozhodnuto o jejich použití, je potřeba si uvědomit o tom, že na správném výběru metody a správné definici kritérií zaleží správnost výpočtů a to, jak optimální bude konečný výběr dodavatelů. Taky je potřeba provést všechny kroky výpočtu správně a je velmi důležité zajistit správný výpočet normalizovaných hodnot. Pokud výše uvedené kroky jsou udělané správně, mohou být vícekriteriální metody velmi užitečné pro celý proces rozhodování od začátku až do finálních kroků výběru dodavatelů v logistice.

Cílem dané práce bylo zkoumat, zdá-li využití různých metod vícekriteriálního rozhodování opravdu má vliv na výběr dodavatele, opravdu-li to usnadňuje práci týmu nadřízených a dá-se uplatnit jejich během běžné práce týmu logistů. Na základě výběru dodavatele byl zjištěn optimální dodavatel, který má nejlepší kvalitu služeb, je nejzodpovědnějším a nejspolehlivějším, a proto se stal volbou číslo 1. V práci byly použity metody ARAS a MARCOS.

Pomocí metody ARAS byly získány váhy jednotlivých kritérií a provedena normalizace výchozích hodnot, pak byl identifikován neoptimálnější dodavatel na základě výpočtu preference. Jehož pozice ve výsledném ratingu pak byla taky porovnána s ostatními, ale pomocí jiné metody.

Metoda MARCOS umožnila nám porovnání jednotlivých kritérií a dodavatelů, hlavně výpočet jejich ranku vzhledem k jiným dodavatelům. Na základě výsledků je zřejmé, že mezi 4 dodavatele byl nejlepší dodavatel číslo 3, to je kvůli uvedeným výše kritériím. Na druhém a třetím místě se nacházejí dodavatelé číslo 2 a 4, dodavatel číslo 1 skončil jako poslední v tomto pořadí.

Během výpočtu a zpracování všech metod dané práce bylo zřejmé, že dané metody jsou velkým krokem dopředu pro logistiku, a jejich implementace je velmi užitečná i pro malé start-upy a pro velké podniky, které mají relativně velký podíl na trhu. Dokonce je potřeba zmínit to, že výpočty každé z metod jsou relativně jednoduché a jejich výpočtům se může naučit skoro každý. Samozřejmě, že každá metoda má své nevýhody a omezení, ale je možnost kompenzovat jejich nevýhody a omezení výhodami metody jiné. To potvrzují výsledky výpočtu dané práce

je vidět to, že jedná metoda sama o sobě není úplně dobrou volbou, protože každá metoda zahrnutá v dané práci má kromě velkého počtu plusů i své omezení. Metoda ARAS třeba že nezohledňuje vztahy mezi kritérii a tzv. paradox nejlepší alternativy, kdy nejlepší alternativa není výsledkem porovnání jednotlivých kritérií, ale pouze kombinací všech hodnot kritérií. Metoda MARCOS nezohledňuje subjektivní preference, a pracuje pouze s numerickými hodnoty a váhy kritérií. Dalším omezením je to, že její finální výsledky mohou být ovlivněny hodnotou zvolené nejlepší alternativy. Pokud zvolená nejlepší alternativa má hodnotou příliš vysokou nebo nízkou, celý výsledek může být zkreslen. Taky metoda je velmi citlivá ke změně původních hodnot, ze kterými pak se pracuje v dalších iteracích výpočtů. Z tohoto důvodu mohou mít i malé změny hodnot kritérií velký dopad na výsledky a ovlivnit pořadí alternativ. Tento prvek je obzvlášť důležitý, pokud jsou údaje nejednoznačné nebo jich je nedostatek.

Nejen této dvě, ale všechny metody vícekritériálního rozhodování jsou užitečným nástrojem pro složitý proces rozhodování v logistické společnosti. Použití vícekritériálních rozhodovacích metod umožňuje snadněji porovnávat a hodnotit různé dodavatele a výsledky jsou objektivní a spolehlivé. Výsledky této bakalářské práce mohou být užitečné pro manažery a rozhodování v oblasti logistiky.

## ZÁVĚR

Výběr vhodného dodavatele je jedním z klíčových faktorů, které ovlivňuje úspěšnou práci podniků, které se zaměřují na logistiku. Proto je důležité používat metody hodnocení a výběrů dodavatelů, které umožňují nám celkové zhodnocení jednotlivých dodavatelů na základě více kritérií a poskytnout úplný přehled o schopnostech dopravních podniků a o jejich kvalitě. Tato bakalářská práce byla zaměřena na použití kombinace dvou metod vícekritériálního rozhodování k výběru dodavatele. Daná práce prokázala, že tyto dvě metody jsou velmi užitečným nástrojem pro optimalizace procesu výběru dodavatele. Pomocí daných metod byly získány klíčové pro finální rozhodnutí kritérií, a jejich váhy, na základě kterých bylo sestaveno finální pořadí. Dané pořadí je vidět v tabulce.

**Tabulka 14** Finální pořadí dodavatelů po implementaci metod ARAS a MARCOS

<b>Dodavatel</b>	<b>Pozice v pořadí</b>
D3	1
D2	2
D4	3
D1	4

Zdroj: autor

Během zpracování dané práce stalo se zřejmě, že velmi důležitým faktorem pro finální ohodnocení a výběr dodavatelů je zohlednění všech faktorů, potřeb a kritérií pro výběr jednotlivé společnosti. Je velmi důležité zajistit to, aby byl proveden správný výpočet, aby data byly ze spolehlivých zdrojů, kompletní, přesná a odpovídaly současnému stavu. Pokud se jedná o sběr dat, tak během jeho provádění má obrovský význam ohled na různé zdroje dat, pro jejich přesnost a pro dosažení co nejpřesnějších vstupních hodnot.

Taky v dané práci hraje velkou roli i to, jak přesně budou dodavatele vyhodnocené. Jak bylo už zmíněno v kapitolách 1 a 3, obě metody jsou velmi citlivé ke změnám v původních hodnotách a pokud určitý vstupní údaj bude příliš velký nebo nízký, tak celá metoda může být skreslená a nebude ukazovat objektivní stav předmětu, u kterého se provádí rozhodování.

Následujícím důležitým krokem je zajistit přesné ohodnocení spočítaných vah a kritérií. Je důležité zajistit, aby všechna kritéria byla ohodnocena spravedlivě a transparentně, a odpovídaly současnému stavu. Pak je velmi důležité správně provést normalizace.

Lze říci, že na tom, jak správně bude provedeno hodnocení různých společností, jejich silných stránek a jednotlivých kritérií, podle kterých se pak rozhoduje o výběru dodavatele, je klíčovým faktorem pro úspěšný výběr optimální nabídky dodavatele. Dokonce existuje možnost sestavit si žebříček dodavatelů, ve kterém oni budou zhodnoceny podle jejich konkurenceschopnosti a vah důležitých kritérií pro rozhodování.

Výsledky hodnocení dodavatelů pomocí metod vícekriteriální analýzy poskytuje logistickým společnostem celou řadu výhod, a také celkový pohled na jednotlivé dodavatele, na jejich schopnosti, konkurenceschopnost, a výhody jednotlivého dodavatele vůči jiným dodavatelům. Vyhodnocení dodavatelů na základě kritérií dává dopravním společnostem možnost minimalizaci rizik spojených s výběrem nevhodného, nespolehlivého dodavatele, a také získat i konkurenční výhodu. To všechno zaleží na tom, jak pečlivě jsou zvážena jednotlivá kritéria, jestli jsou správně ohodnocena,

Tyto výsledky jsou velmi důležité nejen pro výběr dodavatelů, ale i pro ostatní činnosti podniku spojené s řízením distribuce zásilek, dokonce to umožňuje týmu nadřízených i provádět další rozhodování, řešit prioritivu v práci podniku. Výsledky provedené šetření dodavatelů mohou být velmi užitečné pro efektivní řízení dodavatelského řetězce, taky mají velký pozitivní vliv na konkurenceschopnost jednotlivých podniků. Hodnocení dodavatelů na základě vícekriteriální analýzy, jak již bylo zmíněno má velký vliv na konkurenceschopnost. Rychlé hodnocení několika dodavatelů najednou může dopravním společnostem konkurenční výhodu. Implikace metod vícekriteriálního rozhodování dává logistickým podnikům možnost rychle a efektivně hodnotit dodavatele, což může vést k zlepšení efektivity a kvality logistických operací.

Všechny výše popsané faktory zdůrazňují důležitost správného výběru kombinace metod a správné implementaci všech kroků výpočtu během hodnocení dodavatele. Použití vícekriteriálního výběru dodavatele může přinést hodně výhod pro logistické společnosti. Hlavním přínosem je to, že pomocí metod vícekriteriálního rozhodování je možné dopracovat do snížení nákladů na logistické operace, a ke zvýšení kvality služeb daného logistického podniku. Kromě toho, výběr vhodného dodavatele může vést ke zlepšení spokojenosti zákazníků, což může mít za výsledky zlepšení reputaci logistické společnosti. Lze taky očekávat minimalizaci rizik spojených s výběrem nevhodného dodavatele, a spolu s tím nákladů s tím spojených a ztrát reputačních, problémy se spolehlivostí, nebo vysoké náklady. Je potřeba zmínit i to, že po provedení vícekriteriální analýzy její výsledky mohou pomoci v plánování dalších obchodních aktivit a strategií. Například, po výpočtu byl odhalen nejlepší

dodavatel, tak společnost může navýšit objem dodávek u tohoto dodavatele a pak se snažit se svázat s dodavatelem dlouhodobější obchodní vztahy.

Dané práce může být velmi užitečná k tomu, aby ukázala návod na to, jak implementovat metody vícekritériálního rozhodování. Provedena v ní případová studie dává velmi podrobný návod i na to.

Závěrem lze konstatovat, že metody vícekritériálního rozhodování mají obrovský význam pro logistiku, pro úspěšné fungování logistické společnosti a výběr dodavatelů, což je velmi důležitou složkou logistiky. Nejen pomoci metod ARAS a MARCOS lze zpracovat výběr dodavatelů, ale i pomoci metod jiných. Jejich kombinace je velmi užitečným nástrojem, který usnadňuje přijetí rozhodnutí nejen pro výběr dodavatele, ale i pro řízení toku zásob, zboží a jednání s partnery, a v tom, so se tyče rozhodnutí v dalších oblastech činnosti podniku. Správné použití metod na všech iteracích výpočtu má obrovský význam pro dnešní logistiku. Kromě toho, toto téma je mezi akademiky velmi populární a nestojí na místě; v současné době se stále častěji objevují nové metodiky, které v kombinaci se stávajícími metodikami mohou poskytnout matematicky podložený způsob rozhodování v oblasti zásobování, řízení dodavatelského řetězce a dalších oblastech činnosti logistické společnosti. ale tyto metodiky umožňují tento faktor minimalizovat a usilovat o minimalizaci rizik a snažit se o neustálé zlepšování výkonnosti podniku a s tím související rozhodování. Lze říci, že tyto metodiky jsou obrovským krokem vpřed pro strategické a operativní řízení v logistických podnicích.

Pro autora dané práce bylo velmi důležité zpracovat každou z metod správně, protože autor plánuje i dal používat veškeré znalosti, které byly dostane během vypracované dané bakalářské práce ve své kariéře. Kromě toho, daná bakalářská práce může být velmi vhodná jako návod na to, jak správně použít metody, a ukazuje v praxi to, co je výhodou implementaci daných metod. Také to může být i osnovou pro další kvalifikační práce, která bude následovat po bakalářské práce.



## SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

ALINEZHAD, Alireza a Javad KHALILI, 2019. *New Methods and Applications in Multiple Attribute Decision Making (MADM)* [online]. Springer Cham [cit. 2023-02-19]. ISBN 2214-7934.

DARKO, Amos, Albert Ping et al in construction. *International Journal of Construction Management* [online]. 2018, **19**(5), 436-452 [cit. 2023-02-25]. ISSN 1562-3599. Dostupné z: doi:10.1080/15623599.2018.1452098

DARKO, Amos, Albert Ping Chuen CHAN, Ernest Effah AMEYAW, Emmanuel Kingsford OWUSU, Erika PÄRN a David John EDWARDS, 2018. Review of application of analytic hierarchy process (AHP) in construction. *International Journal of Construction Management* [online]. **19**(5), 436-452 [cit. 2023-02-25]. ISSN 1562-3599. Dostupné z: doi:10.1080/15623599.2018.1452098

HALICKA, Katarzyna. Technology Selection Using the TOPSIS Method. *Foresight and STI Governance* [online]. 2020, **14**(1), 85-96 [cit. 2023-02-21]. ISSN 25002597. Dostupné z: doi:10.17323/2500-2597.2020.1.85.96

HÄTÖNEN, Jussi a Taina ERIKSSON, 2009. *30+ years of research and practice of outsourcing – Exploring the past and anticipating the future*. *Journal of International Management* [online]. 1 [cit. 2023-02-02]. Dostupné zdoi:<https://doi.org/10.1016/j.intman.2008.07.002>

How Technology is Changing the Future of Logistics, 2019. *How Technology is Changing the Future of Logistics*[online]. Baltimore, Maryland 21230 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: <https://www.shapiro.com/how-technology-is-changing-the-future-of-logistics/#:~:text=Logistics%20%26%20Technology&text=Improved%20technology%20has%20also%20increased,chain%20management%2C%20and%20shipment%20tracking>.

KRYLOVAS, Aleksandras et al. (2014) New KEMIRA Method for Determining Criteria Priority and Weights in Solving MCDM Problem. *International Journal of Information Technology&Decision Making* [online]., **14**(13), 15 [cit. 2023-02-20]. ISSN 1793-6845. Dostupné z: doi:10.1142/S0219622014500825

LI-JUN, Zhou. *Research on Analysis and Control of Enterprise Logistics Outsourcing Risks*. *Energy* (2012) *Procedia*. 17. 1268–1273. 10.1016/j.egypro.2012.02.237.

RAHIM, Robbi et al., 2018. TOPSIS Method Application for Decision Support System in Internal Control for Selecting Best Employees. *Journal of Physics: Conference Series* [online]. [cit. 2023-02-23]. ISSN 1742-6588. Dostupné z: doi:10.1088/1742-6596/1028/1/012052

- SINHA 2011 *How Technology is Changing the Future of Logistics*, 2019.
- Zhang, Q., Vonderembse, M.A. and Lim, J. (2005), "Logistics flexibility and its impact on customer satisfaction", *The International Journal of Logistika Management*, Vol. 16 No. 1, pp. 71-95
- PIA, Perttula,. Safety of a logistics chain: a case-study. *Logistics Research* [online] 2010. 2(3-4), 159-163 [cit. 2023-05-01]. ISSN 1865-035X. Dostupné z: doi:10.1007/s12159-010-0037-2
- JOVČIĆ, Stefan, Petr PRŮŠA, Josef SAMSON a Dragan LAZAREVIĆ. *A decision-making model for third-party logistics provider selection*,2021. 38-40.
- RUSSO a CAMANHO. *Criteria in AHP: a Systematic Review of Literature* [online]. [cit. 2023-04-24]
- SHAMSUZZOHA, Ahm a Petri HELO. *Real-time Tracking and Tracing System: Potentials for the Logistics Network*[online]. 2011, 243-244 [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/235256611\\_Real-time\\_Tracking\\_and\\_Tracing\\_Systems\\_Potentials\\_for\\_the\\_Logistics\\_Network](https://www.researchgate.net/publication/235256611_Real-time_Tracking_and_Tracing_Systems_Potentials_for_the_Logistics_Network)
- STEVIĆ, Ž., PAMUČAR, D., PUŠKA, A., & Chatterjee, P. (2020). Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to Compromise solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, 140, 106231.
- STEVIĆ, Ž., PAMUČAR, D., PUŠKA, et al. (2020). Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to Compromise solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, 140,
- Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A., & Chatterjee, P. (2020). *Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to COMpromise solution (MARCOS)*. *Computers & Industrial Engineering*, 140,
- TAYAUOVA, Gulzhanat. *Advantages and disadvantages of outsourcing: analysis of outsourcing practices of Kazakhstan banks. Procedia-social and behavioral sciences*, 2012 [online]. 2012, 2012, 188-195 [cit. 2023-02-02]. ISSN 1877-0428. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.04.023>
- ZAVADSKAS, Edmundas Kazimieras a Zenonas TURSKIS, 2010. A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy* ) [online]. Roč. 16, č. 2, s. 159-172 [cit. 2023-02-19]. ISSN 1822-3613. DOI: 10.3846/tede.2010.10

# SEZNAM TABULEK

<b>TABULKA 1</b>	VZOREC PRO VÝPOČET ROZHODOVACÍ MATICI .....	24
<b>TABULKA 2</b>	CENA U DODAVATELŮ .....	30
<b>TABULKA 3</b>	FLEXIBILITA DODAVATELŮ .....	31
<b>TABULKA 4</b>	TECHNOLOGIE DODAVATELŮ.....	33
<b>TABULKA 5</b>	BEZPEČNOST DODAVATELŮ .....	34
<b>TABULKA 6</b>	SPOLEHLIVOST DODAVATELŮ .....	35
<b>TABULKA 7</b>	HODNOTY PRO VÝPOČET METOD ARAS A MARCOS .....	36
<b>TABULKA 8</b>	NORMALIZACE VSTUPNÍCH DAT PRO METODU ARAS.....	36
<b>TABULKA 9</b>	KONEČNÁ TABULKA PRO METODU ARAS .....	38
<b>TABULKA 10</b>	PŘÍPRAVA VSTUPNÍCH DAT PRO METODU MARCOS.....	40
<b>TABULKA 11</b>	NORMALIZACE VSTUPNÍCH DAT METODOU MARCOS.....	41
<b>TABULKA 12</b>	PŘÍPRAVA PRO FINÁLNÍ VÝPOČET METODY MARCOS .....	42
<b>TABULKA 13</b>	KONEČNÝ VÝPOČET METODY MARCOS A FINÁLNÍ POŘADÍ.....	42
<b>TABULKA 14</b>	FINÁLNÍ POŘADÍ DODAVATELŮ PO IMPLEMENTACI METOD ARAS A MARCOS.....	46
<b>TABULKA 1</b>	VZOREC PRO VÝPOČET ROZHODOVACÍ MATICI .....	24
<b>TABULKA 2</b>	CENA U DODAVATELŮ .....	30
<b>TABULKA 3</b>	FLEXIBILITA DODAVATELŮ .....	31
<b>TABULKA 4</b>	TECHNOLOGIE DODAVATELŮ.....	33
<b>TABULKA 5</b>	BEZPEČNOST DODAVATELŮ .....	34
<b>TABULKA 6</b>	SPOLEHLIVOST DODAVATELŮ .....	35
<b>TABULKA 7</b>	HODNOTY PRO VÝPOČET METOD ARAS A MARCOS .....	36
<b>TABULKA 8</b>	NORMALIZACE VSTUPNÍCH DAT PRO METODU ARAS.....	36
<b>TABULKA 9</b>	KONEČNÁ TABULKA PRO METODU ARAS .....	38
<b>TABULKA 10</b>	PŘÍPRAVA VSTUPNÍCH DAT PRO METODU MARCOS.....	40
<b>TABULKA 11</b>	NORMALIZACE VSTUPNÍCH DAT METODOU MARCOS.....	41
<b>TABULKA 12</b>	PŘÍPRAVA PRO FINÁLNÍ VÝPOČET METODY MARCOS .....	42
<b>TABULKA 13</b>	KONEČNÝ VÝPOČET METODY MARCOS A FINÁLNÍ POŘADÍ.....	42
<b>TABULKA 14</b>	FINÁLNÍ POŘADÍ DODAVATELŮ PO IMPLEMENTACI METOD ARAS A MARCOS.....	46

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>OBRÁZEK 1</b>	VZOREC PRO FORMULACE ROZHODOVACÍ MATICE .....	35
<b>OBRÁZEK 2</b>	NORMALIZACE MATICE VSTUPNÍCH DAT .....	37
<b>OBRÁZEK 3</b>	POŘADÍ PO VÝPOČTU METODY ARAS .....	39
<b>OBRÁZEK 4</b>	DIAGRAM, REPREZENTUJÍCÍ POŘADÍ VŠECH DODAVATELŮ PO ZPRACOVÁNÍ METODY MARCOS .....	43