

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Výběr manipulačního zařízení pro společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o.

Martin Váňa

Bakalářská práce  
2023

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

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Martin Váňa**  
Osobní číslo: **D21254**  
Studijní program: **B1041A040002 Technologie a management v dopravě**  
Specializace: **Logistika**  
Téma práce: **Výběr manipulačního zařízení pro společnost KÚTA LOGISTIK s.r.o.**  
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

## Zásady pro vypracování

Úvod

1. Metodika výběru
2. Analýza současného stavu manipulačního zařízení ve společnosti KÚTA LOGISTIK s.r.o.
3. Výběr manipulačního zařízení

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **35-45 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. Kateřina Pojkarová, 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 „Výběr manipulačního zařízení pro společnost KÚTA LOGISTIK s.r.o.“ 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 9. 5. 2023

Martin Váňa v. r.

Rád bych poděkoval vedoucí práce Ing. Kateřině Pojkarové, Ph.D., za vstřícný přístup a cenné rady při zpracování bakalářské práce.

## **ANOTACE**

Bakalářská práce se zabývá výběrem manipulačního zařízení určeného pro práci ve skladových prostorech společnosti KŮTA LOGISTIK s.r.o. Práce je rozdělena na tři části. V první části, teoretické, jsou rozebrány teoretické aspekty, problematika a základní pojmy rozhodovacího procesu a vícekriteriálního rozhodování. Ve druhé části práce rozebírá teorii manipulačních zařízení a aktuální stav manipulačních zařízení ve společnosti. Třetí praktická část se zabývá volbou kritérií a rozбором uvažovaných variant. Následně navazuje samotný výběr manipulačního zařízení pomocí metod vícekriteriálního rozhodování. Na závěr práce je sestaven žebříček uvažovaných variant.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Rozhodovací proces, manipulační zařízení, vysokozdvizný vozík, vícekriteriální rozhodování, váha

## **TITLE**

Multiple choice of handling unit for company KŮTA LOGISTIK s.r.o.

## **ANNOTATION**

This bachelor thesis deals with the selection of handling unit for work in warehouse premises of the company KŮTA LOGISTIK s.r.o. The thesis is divided into three parts. The first part, theoretical, discusses the theoretical aspects, issues and basic concepts of the decision making process and multi-criteria decision making. In the second part, the thesis focuses on the theory of handling units and the current state of material handling equipment in the given company. The third practical part deals with the selection of criteria and the analysis of the considered variants. Subsequently, the actual selection of handling equipment using multi-criteria decision making methods follows. At the end of the work, a ranking of the considered variants is made.

## **KEYWORDS**

Decision-making process, Handling unit, Forklift, Multi-criteria analysis decision making, Value

# OBSAH

ÚVOD .....	9
1 METODIKA VÝBĚRU .....	10
1.1 Rozhodovací proces .....	10
1.1.1 Rozhodovací problém .....	10
1.1.2 Struktura rozhodovacího procesu.....	11
1.1.3 Základní prvky rozhodovacího procesu .....	16
1.2 Vícekriteriální rozhodování .....	18
1.2.1 Významnost kritérií hodnocení variant .....	19
1.2.2 Volba potenciálních variant .....	20
1.2.3 Stanovení kritérií hodnocení, metody určení jejich vah.....	20
1.2.4 Metody stanovení hodnoty variant.....	24
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU MANIPULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ VE SPOLEČNOSTI KŮTA LOGISTIK S.R.O. ....	29
2.1 Manipulační technika.....	29
Dopravní vozíky.....	30
2.2 O společnosti KŮTA LOGISTIK s.r.o.....	33
2.2.1 Logistický komplex v Těšovicích .....	34
2.2.2 Skladovací plochy .....	35
2.3 Manipulační zařízení ve společnosti KŮTA LOGISTIK s.r.o.....	37
2.3.1 Typy manipulačních zařízení ve společnosti KŮTA LOGISTIK s.r.o. ....	37
2.3.2 Shrnutí aktuálního stavu manipulačních zařízení.....	44
3 VÝBĚR MANIPULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ .....	45
3.1 Uvažované varianty.....	45
3.1.1 Varianta č. 1 – Toyota 02-8FDF25 .....	45
3.1.2 Varianta č. 2 – Toyota 8FBMT20 .....	46
3.1.3 Varianta č.3 – Toyota 42-FGF18 .....	46
3.1.4 Varianta č. 4 – Jungheinrich DFG 425S .....	47
3.1.5 Varianta č.5 – Jungheinrich EFG 540 k .....	47
3.1.6 Varianta č. 6 – Jungheinrich TFG 425s.....	48
3.1.7 Varianta č. 7 – Linde H 25 D-02.....	49
3.1.8 Varianta č. 8 – Linde E 25 L-01 .....	49
3.1.9 Varianta č. 9 – Linde H 25 T.....	50

3.1.10	Souhrn uvažovaných variant .....	50
3.2	Soubor jednotlivých kritérií .....	51
3.2.1	Cena .....	51
3.2.2	Výrobce .....	51
3.2.3	Hmotnost .....	52
3.2.4	Průjezdni výška .....	52
3.2.5	Pohon .....	52
3.2.6	Nosnost .....	53
3.2.7	Motohodiny .....	53
3.2.8	Výška zdvihu .....	53
3.2.9	Technický stav .....	54
3.3	Stanovení vah jednotlivých kritérií pomocí Saatyho metody .....	54
3.4	Stanovení hodnot variant pomocí metody TOPSIS .....	57
	ZÁVĚR .....	61
	POUŽITÁ LITERATURA .....	62
	SEZNAM TABULEK .....	64
	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	65
	SEZNAM ZKRATEK .....	66



# ÚVOD

Manipulační technika hraje klíčovou roli v provozu společností zabývajících se logistikou, skladováním nebo výrobou. Správný výběr manipulační techniky je nezbytný pro zajištění efektivního, spolehlivého a bezpečného provozu. Jedna z takových společností, která se specializuje na poskytování služeb v oblasti logistiky a skladování je KŮTA LOGISTIK s.r.o. Správný výběr manipulační techniky je pro ni klíčovým faktorem pro dosažení vysoké úrovně produktivity, snížení rizika pracovních úrazů, minimalizaci nákladů spojených s provozem a poskytování co nejlepších služeb zákazníkům.

Cílem práce je nalézt vhodné manipulační zařízení pro společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o. na základě analýzy současného stavu. Tato společnost provozuje pouze skladovací manipulační zařízení, proto je v práci popsána pouze teorie ohledně této techniky. Následný výběr bude tedy realizován pouze ze souboru variant čítající skladovací manipulační zařízení, konkrétně čelní vysokozdvizné vozíky. Výběr bude probíhat na základě zjištěných faktorů a kritérií, která ovlivňují rozhodovací proces. Výběr bude vycházet z analýzy požadavků společnosti na manipulační techniku, zohledněním provozních podmínek, bezpečnostních požadavků a ekonomické efektivity. Na základě těchto analýz budou posouzeny dostupné možnosti manipulační techniky na trhu a bude vybráno nejvhodnější řešení pro vybranou společnost.

Nedílnou součástí této bakalářské práce je využití metod vícekriteriálního rozhodování. V tomto případě půjde o exaktní ekonomicko-matematické metody. S vícekriteriálním rozhodováním a řešením rozhodovacích problémů se nicméně setká i laik v každodenním životě, aniž by využíval metod vícekriteriálního rozhodování. Nejvíce se s řešením komplexních rozhodovacích problémů potýkají manažeři, kteří musí v rámci rozhodovacího procesu čelit mnoha různým vlivům. Tyto faktory mohou negativně ovlivnit jejich úsudek, přesto se po nich vyžaduje vždy volit nejvýhodnější řešení pro danou situaci. Z tohoto důvodu manažeři využívají exaktní ekonomicko-matematické modely, stejně tak je tomu v případě této práce.

Tato bakalářská práce by měla přispět k lepšímu porozumění problematice výběru manipulační techniky a poskytnout konkrétní doporučení pro společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o., které může využít při rozhodování ohledně investic do manipulační techniky. Výsledky této práce budou mít praktický přínos pro společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o. a mohou být inspirací pro další podobné společnosti, které se potýkají s výběrem manipulačních zařízení pro svůj provoz.

# 1 METODIKA VÝBĚRU

Následující kapitola se zabývá teoretickým základem postupu v rámci rozhodovacího procesu a následného výběru. Výběr je konečná fáze rozhodovacího procesu, kterému je dennodenně vystaven každý. S postupem času a rostoucím počtem možností se výběr ideální varianty stává neustále náročnější disciplínou. Pro usnadnění a optimalizaci procesu výběru se nejčastěji užívá metoda vícekriteriálního rozhodování, která se používá především v rámci řízení společnosti při manažerském rozhodování.

## 1.1 Rozhodovací proces

Základem pro vznik rozhodovacího procesu je možnost volby. Pokud existuje jen jedno možné řešení, nejedná se o rozhodovací problém. Veber et al. (2009) popisují rozhodovací proces jako postup řešení rozhodovacího problému, posouzení jednotlivých variant a konečné rozhodnutí, které by mělo být optimální. Veber et al. dělí rozhodovací proces na dva typy. Prvním je meritorní (věcné), druhým je formálně-logický (procedurální). Dále autor říká, že každý rozhodovací proces zahrnuje prvky a posloupnost činností vedoucích k výsledku, které lze do jisté míry standardizovat.

Meritorní stránka rozhodování se zaměřuje na konkrétní rozdíly v rozhodovacích procesech – jejich typologii. Specifické vlastnosti jednotlivých rozhodovacích procesů jsou původcem jejich rozdílností.

Formálně-logická stránka rozhodování staví na skutečnosti, že jednotlivé rozhodovací procesy obsahují společné prvky a vlastnosti. Nezabývá se tedy obsahovou rozdílností rozhodovacích procesů. (Hálek, 2016)

Zásadní vliv na rozhodovací proces mají různé faktory, Fotr a Švecová (2010) píší o těchto hlavních faktorech:

- „*Rozhodovací problémy – jejich podstata, důležitost, strukturovanost.*
- *Podmínky pro rozhodování – nutný čas na rozhodnutí, úroveň rizika, úroveň nejistoty.*
- *Osobnost manažera – vztah k rozhodování, vztah k riziku, způsoby rozhodování, zkušenosti.*“

### 1.1.1 Rozhodovací problém

Fotr a Švecová (2010) rozhodovací problém vymezují jako situaci, kdy existuje diference, odchylka mezi požadovaným stavem a stavem reálným. Dále autoři uvádí, že nežádoucí odchylkou je situace, kdy je požadovaný stav horší než stav reálný. Požadovaný stav může být reprezentován plněním norem, plánů, standardů atd.

Požadovaný stav může být přebírán z minulých zkušeností, které se dříve ukázaly jako funkční a prospěšné. Tím je myšlena například výše zásob surovin nezbytných pro výrobu, počet zaměstnanců na konkrétních pozicích, stav hmotného majetku aj. V případě nežádoucího stavu v oblasti zásob surovin dochází ke vzniku problémů, jako jsou zvyšování úrovně zásob čili větší využití skladovacích ploch a vyšší náklady na skladování, nedostatečná úroveň zásob a tím vznikající podvýroba, která má za následek nižší ziskovost společnosti. Při nevhodném počtu zaměstnanců může docházet k jejich fluktuaci, která vede k destabilizaci společnosti.

Požadovaný stav může být také stanoven plánem, který se na manažerské úrovni většinou charakterizuje kvantitativně, ve formě určitých ukazatelů, především ekonomických. Těmito ukazateli jsou například výše zisku, návratnost kapitálu, cash flow, objem výroby, procento reklamací, zastoupení na trhu. Následně kontrolní orgán vyhodnotí pomocí kontrolních procesů podnikové ukazatele, ze kterých zjistí případné odchylky a stanoví vzniklé problémy, jež by měla společnost řešit.

Identifikaci odchylek od požadovaného stavu může usnadnit také kritická zpětná vazba z vnějšího prostředí na činnosti organizace. Vnějšími prostředím jsou myšleni například zákazníci a jejich výhrady vůči novému produktu, zákaznickému servisu, nespokojenost odborů s plněním kolektivní smlouvy nebo špatné recenze od ratingových firem.

Ve výše zmíněných případech se jedná o již skutečné, existující problémy, které se mohou různit svou aktuálností, velikostí nebo dopadem na celkové fungování společnosti. Další typ problémů Fotr et al. (2016) označují pojmem potenciální, tedy takové problémy, které mohou vzniknout v budoucnu, jestliže se jimi podnik nebude zabývat a nebude je aktivně řešit. Autoři dále tvrdí, že se většinou potenciální problémy odvíjí od činitelů podnikatelského okolí. Vnější činitelé mohou přinášet firmě ohrožení, ale taktéž příležitosti. Mezi ohrožující problémy patří přirozená rostoucí cena energií, surovin, příchod nové konkurence na trh atd. Příležitostmi z vnějšího prostředí jsou nové technologie, růst poptávky či úpadek konkurence.

Jestliže společnost včas identifikuje správně vnější hrozby i příležitosti a bude následně adekvátně reagovat, může mnohdy předejít samotnému vzniku problému, který by mohl mít pro společnost mít fatální, existenční následky. (Křupka, Kašparová a Máchová, 2012)

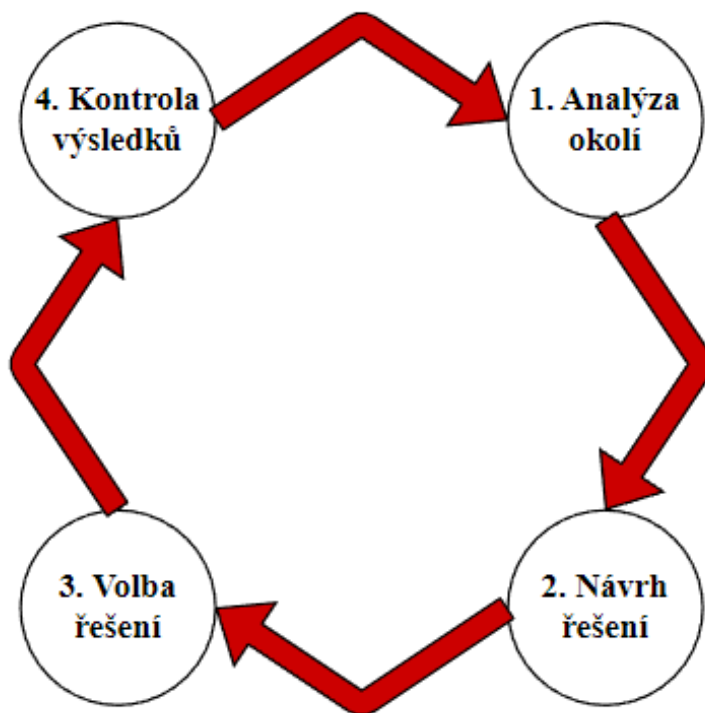
### **1.1.2 Struktura rozhodovacího procesu**

Fotr et al. (2016) o struktuře rozhodovacího procesu říkají, že se jedná o vzájemně závislé a návazné funkce, které lze roztrždit do specifických částí, které nazývají též etapy neboli jednotlivé fáze procesu. Tyto fáze autoři dělí na agregované a podrobné. Fotr et al. uvádějí agregované dělení dle Simona, který ho popsal v následujících čtyřech fázích (grafické

znázornění agregované rozhodovací struktury viz Obrázek 1 – Agregované dělení podle Simona):

- „Analýza okolí (*intelligence activity*) – zaměřuje se na zjišťování podmínek, identifikaci charakteru problémů a určení příčin problémů.
- Návrh řešení (*design activity*) – věnuje se hledání, tvorbě, rozvoji a analýze eventuálních řešení.
- Volba řešení (*choice activity*) – poskytuje hodnocení na základě řešení z předchozí fáze, následuje samotná volba a implementace řešení.
- Kontrola výsledků (*review activity*) – zahrnuje hodnocení reálně dosažených výsledků po realizaci řešení a porovnání vůči původně vymezeným cílům.“

Celý proces je cyklický, přičemž konečným důsledkem dokončení všech etap bývá uskutečnění nového rozhodovacího procesu.



**Obrázek 1** - Agregované dělení podle Simona (zdroj: autor dle Fotr et al., 2016)

Podrobněji Fotr et al. (2016) člení a popisují strukturu rozhodovacích procesů na následujících osm etap (grafické znázornění podrobné rozhodovací struktury viz Obrázek 2 – Podrobná rozhodovací struktura):

- **Identifikace rozhodovacích problémů**

Aby mohlo dojít k řešení rozhodovacího problému, je třeba nejdříve samotný problém identifikovat. Jedná se o první etapu rozhodovacího procesu, ve které je cílem manažera získat a analyzovat informace o organizaci a jejím okolí.

Cílem vyhodnocení těchto informací je nalézt aktuální nebo potenciální hrozby, které by mohly mít neblahý vliv na chod společnosti. Aktuální nebo potenciální hrozby iniciují zrod rozhodovacího procesu.

- **Analýza a formulace rozhodovacích problémů**

Ve druhé etapě je cílem intenzivnější prozkoumání a vyjasnění rozhodovacího problému. Manažer blíže specifikuje základní složky rozhodovacího problému, definuje příčiny jeho zrodu a konkrétní cíl řešení, ve smyslu, jaký by měl být konečný stav po odstranění problému. Výsledkem celé etapy je formulace rozhodovacího problému.

- **Vymezení kritérií hodnocení variant**

Třetí etapa je zaměřena na vymezení kritérií, podle kterých bude manažer posuzovat varianty připadající v úvahu. Vymezení kritérií hodnocení variant blíže popisují v kapitole 1.3.3 Stanovení kritérií hodnocení, metody určení jejich vah.

- **Tvorba variant řešení rozhodovacích problémů**

Čtvrtou etapu označují Fotr et al. jako jednu z nejdůležitějších částí rozhodovacího procesu. Významně se při jejím plnění projeví schopnost tvůrčí činnosti manažera. V této fázi by měl rozhodovatel přijít s konkrétními kroky a aktivitami, které zaručí úspěšné dosažení cílů.

Rozhodovatel by měl taktéž nalézt co nejširší soubor různých variant, aby zaručil nalezení optimálního výsledku, jelikož čím užší je soubor možných variant, tím je pravděpodobnost úspěchu nalezení optimálního výsledku menší.

K zajištění rozsáhlého souboru variant lze využít například brainstorming nebo rozsáhlou řešerši.

- **Zjištění dopadů uvažovaných variant rozhodování**

V páté etapě rozhodovacího procesu manažer stanovuje možné důsledky, které by vyvolaly realizace jednotlivých uvažovaných variant v kontextu volby konkrétních kritérií hodnocení. Dopady mohou být lokálního charakteru, ovlivnit chod společnosti i podnikatelské okolí organizace.

K zjištění dopadů stanovených variant v případě dobře strukturovaných problémů se využívají exaktní metody jako například matematické modelování. Manažeři se ovšem musí běžně potýkat s rozhodovacími problémy, u nichž matematické modelování nelze využít, a

musí se uchýlit k heuristickým metodám, jakými jsou například expertní odhady vycházející z jejich empirie.

- **Hodnocení důsledků uvažované varianty a výběr varianty k implementaci**

Šestá etapa je rozdělena na dvě podetapy. První podetapa je zaměřena na hodnocení uvažovaných variant, přičemž nevyhovující varianty, které nenaplní nutný rámec všech vlastností rozhodovacího problému, se vyčlení.

V druhé podetapě dochází k samotnému výběru optimální varianty čili té nejvhodnější. Tímto krokem šestá fáze končí.

Eventuálně se přistupuje k preferenčnímu uspořádání variant. Preferenční uspořádání variant znamená seřazení všech přípustných variant od optimální po nejméně výhodnou. K tomuto závěru se přistupuje v případě, že je realizováno několik variant.

- **Uskutečnění vybrané varianty**

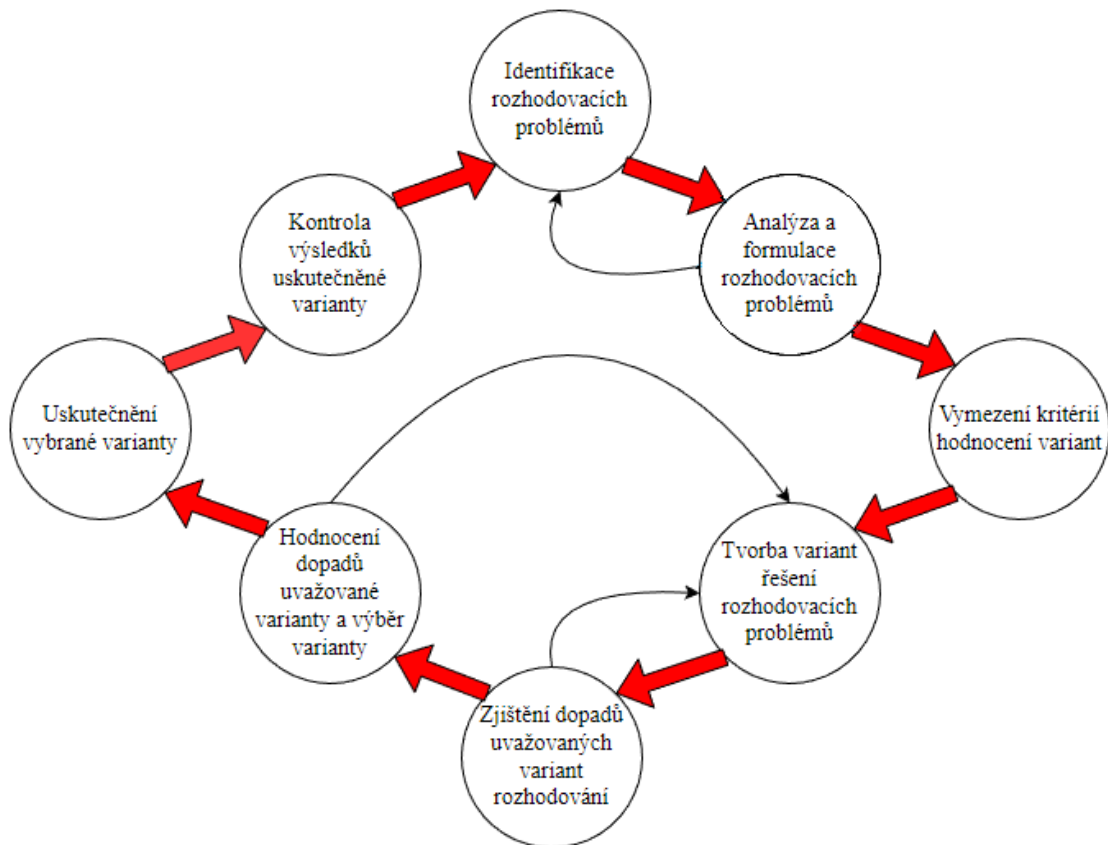
Předposlední etapou je samotná realizace výsledného řešení, jedná se o implementaci výsledné varianty, která bude mít konkrétní vliv na chod společnosti. Například jde o stavbu nové výrobní linky, instalaci nového zařízení, pořízení nové technologie, zaměstnání nových pracovníků nebo výběr jiného dodavatele atd.

Na konečném výsledku samotné realizace vybrané varianty závisí i přístup, angažovanost a kvalita služeb realizátorů. Příkladem může být implementace nového podnikového informačního systému, který dodavatel vhodně nenastaví na parametry společnosti, přestože se tato varianta ukázala v rozhodovacím procesu jako optimální.

- **Kontrola výsledků uskutečněné varianty**

Poslední etapou rozhodovacího procesu je kontrola výsledků. Kontrola se zaměřuje na přezkoumání potenciálních odchylek od plánovaných výsledků. Kontrola se provádí bezprostředně po realizaci vybrané varianty i s časovým odstupem. Pokud podnikové vedení odhalí přetrvávající nebo nově vzniklé problémy, je třeba zahájit opravné procesy.

Nedílným prvkem kontrolní etapy jsou analýzy nejen jak realizace vybrané varianty skutečně ovlivnila podnikatelské okolí, ale také dalších podnětů z okolí, které mohou signalizovat nové potenciální problémy.



**Obrázek 2** - Podrobná rozhodovací struktura (zdroj: autor dle Fotr et al., 2016)

Jak je z obrázku 2 patrné, struktura rozhodovacího cyklu není jednosměrná. Z druhé etapy přechází proces zpět na první v případě, že při analýze a formulaci rozhodovacího problému manažer narazí na nový problém, který je třeba identifikovat. Ke čtvrté etapě „Tvorba variant řešení rozhodovacích problémů“ se manažer navrácí z páté etapy, jestliže objeví vlastnosti uvažovaných variant, které by mohly mít negativní vliv na budoucí chod podniku nebo podnikatelské okolí. Ke čtvrté etapě se manažer taktéž navrácí z etapy šesté – hodnocení dopadů uvažované varianty a výběr varianty – za předpokladu, že není schopen z podstaty variant žádnou vybrat a je nucen čtvrtou etapu zopakovat.

Podobně jako u agregovaného struktury, tak i rozhodovací proces, který je popsán pomocí podrobné struktury, probíhá v cyklech, kdy po dokončení všech etap taktéž bývá důsledkem vzniku nového rozhodovacího procesu. Iniciátorem zrodu mohou být nově odhalené problémy, které se zjistily během etapy kontroly výsledků uskutečněné varianty.

### 1.1.3 Základní prvky rozhodovacího procesu

Základními prvky rozhodovacího procesu jsou:

- **Objekt rozhodování**

Šubrt et al. píše, že „*Objekt rozhodování je konkrétní problémová, konfliktní situace, ve které je nutné vybrat právě jedno z možných rozhodnutí.*“

Jinak řečeno, objektem rozhodování je to, o čem je rozhodováno. Zvolená varianta může být jednorázovým rozhodnutím, jelikož identická situace v budoucnu nemusí nastat znovu a zpravidla se znovu nestává. (Šubrt et al., 2011)

- **Subjekt rozhodování**

Podle Šubrt et al. (2011) je subjektem rozhodování rozhodovatel, který disponuje oprávněním rozhodnout a vybranou alternativu zrealizovat. Samotný rozhodovací proces probíhá s ohledem na příslušné důsledky uvažovaných variant a řídí se cílem, přístupem a pravomocemi rozhodovatele.

Fotr (2006) považuje subjekt rozhodování za organizační jednotku (rozhodovatelem může být jednatel i skupina), která rozhodovací problém definovala a tím započala rozhodovací proces. Formulovala podstatu problému, cíl a řešení.

Křupka et al. (2012) vycházejí z praxe, kde se subjekt rozhodování zpravidla dělí na dva typy. Prvním typem je statutární rozhodovatel – subjekt disponuje oprávněním rozhodnout a zároveň nese odpovědnost za konečný výběr alternativy a její důsledky. Druhým typem je skutečný rozhodovatel – subjekt, který skutečně rozhoduje, aniž by nesl přímou odpovědnost za samotné rozhodnutí.

- **Varianty rozhodování**

Varianty rozhodnutí jsou potenciální řešení problému. Šubrt (2011) říká, že alternativy se musí navzájem vylučovat. Za tohoto předpokladu si musí manažer již na počátku celého rozhodovacího procesu ujasnit všechny možné alternativy. Šubrt zdůrazňuje, že do postupu řešení musí manažer zahrnout kompletní seznam alternativ.

Při řešení rozhodovacích problémů mohou nastat situace, kdy je varianta řešení známa, ale mohou nastat i situace, kdy varianta známa není. V takovém případě je tvorba varianty obtížná, a to v kontextu časovém i tvůrčím. (Fotr, 2006)

- **Kritéria hodnocení variant**

Grasseová, Mašlej a Brechta (2010) píše, že „*Kritéria hodnocení variant představují hlediska, na základě, kterých provádíme hodnocení celkové výhodnosti jednotlivých variant rozhodování.*“



Kritéria hodnocení variant jsou faktory nebo metriky, které se využívají k posouzení a porovnání uvažovaných variant a volbě nejlepšího řešení. Kritéria nabývají různých podob v závislosti na situaci a cílech, obvykle zahrnují faktory jako náklady, efektivitu, bezpečnost, spolehlivost atd. Tato kritéria se odvozují přímo od cílů řešení, čímž mezi nimi vzniká blízký vztah. Fotr (2010) cíle popisuje třemi způsoby. První Fotr nazývá **maximalizace**, jedná se například o zvýšení tržeb, zisku nebo výkonnosti výrobního stroje. Druhým způsobem vyjádření cílů je **minimalizace**. Minimalizaci představuje například snížení nákladů nebo snížení počtu zaměstnanců. Třetí způsob vyjádření cílů nazývá **cílená hodnota** – zaměření na dosažení předem stanovené hodnoty.

Pro správnou aplikaci kritérií hodnocení je nutné chápat jejich určité rozdílnosti. Z tohoto důvodu Fotr (2010) člení kritéria hodnocení na dvě skupiny. První skupinou jsou kritéria **kvalitativní**. Tato kritéria jsou vyjádřena pomocí nečíselných hodnot nebo subjektivních aspektů. Kvalitativní kritéria se používají v případě faktorů, které jsou hůře kvantifikovatelné, těmi jsou například zkušenosti, spokojenost zákazníků nebo ekologická zátěž zvolené varianty. Nástrojem pro měření kvalitativních kritérií jsou rozhovory nebo dotazníky.

Druhou skupinou jsou kritéria **kvantitativní**, která se vyjadřují formou číselných hodnot. Jejich hlavní výhodou je objektivita a jednoduchá měřitelnost. Umožňují snadné porovnání variant na základě číselných hodnot. Zaměřují se na aspekty jako jsou náklady, cena, doba trvání, efektivita, výkon atd.

Grasseová, Mašlej a Brechta (2010) ve své publikaci nazývají maximalizační kritéria jako **výnosová** – rozhodovatel upřednostňuje vyšší hodnoty před nižšími. To platí například pro zisk společnosti, výrobní kapacitu stroje, efektivitu atd. Minimalizační kritéria označují pojmem **nákladová** – rozhodovatel upřednostňuje nižší hodnoty před vyššími, což se váže například k pořizovací ceně, nákladům atd.

- **Cíle rozhodování**

Cíle rozhodování jsou předem stanovené priority nebo výsledky, kterých chce rozhodovatel dosáhnout v rámci rozhodovacího procesu. Cílem manažera by mělo být dosáhnout optimálního výsledku při výběru ze všech možných variant. Příkladem požadovaných cílů může být snížení výrobních a provozních nákladů, navýšení výrobní kapacity, zvýšení nebo snížení stavu zaměstnanců.

V praxi většinou nastává situace, ve které rozhodovatel nestanovuje pouze jeden cíl, jelikož řeší komplexnější rozhodovací problémy. Cíle mohou být buď v hierarchických nebo rovnocenných vztazích.

Fotr et al. (2016) i Grasseová, Mašlej a Brechta (2010) je ve svých publikacích nazývají **konfliktní a komplementární**. Konfliktní vztahy se vyznačují kontradikcí jednotlivých cílů, tedy že jich nelze dosáhnout současně. Zvýšením hodnot některých cílů se sníží hodnoty cílů jiných, například zvýšením ekonomických cílů snížíme ochranu životního prostředí.

O komplementárních vztazích Fotr et al. (2016) i Grasseová, Mašlej a Brechta (2010) píše, že se naopak vzájemně podporují a doplňují. Dosahování jednoho cíle napomáhá k dosažení cíle jiného. Například zkrácení dodacích lhůt napomáhá ke zvýšení prodejů a expanzi na nové trhy.

Cíle můžeme vyjádřit, podobně jako kritéria hodnocení variant, kvantitativně (číselně) nebo kvalitativně (slovně). Použit můžeme taktéž rozdělení na cíle maximalizační, minimalizační nebo cílenou hodnotu. (Grasseová, Mašlej a Brechta, 2010)

V průběhu vytváření cílů by se měl respektovat určitý teoretický postup. Nejznámějším je postup **SMART**. Jedná se o akronym, ve kterém jednotlivé písmena znamenají následující:

- Specific (konkrétní)
  - Measurable (měřitelné)
  - Achievable (dosažitelné)
  - Relevant (relevantní)
  - Time-bound (termínované)
- **Stavy světa**

Grasseová, Mašlej a Brechta (2010) píše, že „*Stavy světa představují jednotlivé scénáře vývoje, resp. rizikové situace, které předurčují, co může nastat v období po realizaci zvolené varianty.*“

Fotr et al. (2016) hovoří o pojmu stavy světa jako o vzájemně se vylučujících potenciálních situacích, které mohou nastat po realizaci zvolené varianty a ovlivnit její důsledky. Rozhodovatel nemá přímou kontrolu nad těmito stavy, jsou tedy příčinou rizika či nejistoty. „*Znalost stavů světa je důležitá, neboť důsledky variant je třeba určovat a hodnotit při všech stavech světa.*“ (Grasseová, Mašlej a Brechta, 2010 str. 16) Z pohledu aktérů rozhodovacího procesu představují stavy světa chování indferentního účastníka.

## 1.2 Vícekriteriální rozhodování

Vícekriteriální rozhodování je proces, ve kterém se rozhodovatel snaží vybrat optimální možnost z několika alternativ na základě posouzení více kritérií. V rámci vícekriteriálního rozhodování se rozhodovatel nezaměřuje pouze na jeden aspekt, ale skládá dohromady soubor kritérií se snahou co nejvíce vyhovět potřebám, které byly stanovené cílem rozhodování.

Vícekriteriální rozhodování se využívá v mnoha rozličných oblastech. Typickým příkladem je využití v managementu společnosti, politickém prostředí, ale samozřejmě i v běžném životě. S rozdílem, že lidé v každodenním životě zpravidla nevyužívají matematické modely pro rozhodnutí. (Fotr a Švecová, 2010)

Rozhodovatel si může vybrat z rozsáhlého výběru metod vícekriteriálního rozhodování, které slouží k tomu, aby konečná vybraná varianta byla optimální, co nejefektivnější a ideálně neměla žádné negativní dopady na subjekt rozhodování a jeho okolí. Rozhodovatel by měl při výběru postupovat co nejvíce objektivně. Pro většinu metod vícekriteriálního rozhodování je nezbytné stanovit váhy jednotlivých kritérií. (Šubrt et al., 2011)

Grasseová, Mašlej a Brechta (2010) uvádějí tři významné přednosti vícekriteriálního rozhodování. První je schopnost analyzovat varianty vzhledem k obsáhlé skupině kritérií. Další výhodou je potřeba explicitního vyjádření koeficientů významnosti jednotlivých kritérií rozhodovateli, kteří mají rozhodovací proces na starost. Nutnost vyjádření koeficientů významnosti ulehčuje pozdější nakládání s kritérii při výpočtech. Třetí výhoda, kterou autoři zmiňují, je transparentnost a reprodukovatelnost celého procesu posuzování variant. Do procesu díky tomu mohou nahlédnout i subjekty, které nejsou oprávněny k rozhodování, ale konečný výběr varianty se jich týká.

Při využívání vícekriteriální analýzy za jistoty se rozhodovatel nemusí zabývat vlivy vnějšího prostředí, jelikož stav okolí je rozhodovateli známý a neexistuje riziko potenciální hrozby dopadu na výsledné řešení. Například se jedná o situaci, kdy manažer rozhoduje o změně ve výrobní sektoru společnosti, ale nemusí se strachovat o budoucí úroveň poptávky, jelikož je u odběratelů dopředu domluvena smluvními zakázkami. Rozhodovací proces za jistoty se významně liší od postupu v rozhodovacím procesu za nejistoty.

### 1.2.1 Významnost kritérií hodnocení variant

Významnost kritérií hodnocení variant znamená určitou preferenci jednotlivých kritérií v porovnání s dalšími v celkovém souboru kritérií. Významnost kritérií hodnocení se určuje pomocí **aspirační úrovně**, ta udává požadovanou hodnotu kritéria, které má být dosaženo. Jako příklad lze uvést rozhodovatele, který si vybírá nákladní vůz. Aby nad konkrétním typem vozidla vůbec uvažoval, požaduje minimální nájezd na jednu nádrž 1 000 km. Dále můžeme určovat preferenci kritérií pomocí **pořadí kritérií** – jednoduše seřadíme kritéria od nejdůležitějšího po nejméně významné. Většinou se pořadí kritérií sestavuje na základě subjektivního pocitu rozhodovatele. Třetí způsob určení významnosti kritérií se nazývá **váhy kritérií**. Váhy kritérií jsou kardinální informace o kritériích, kdy váhou se rozumí hodnota,

kteřá existuje na intervalu  $\langle 0;1 \rangle$  a udává relativní významnost kritéria vůči ostatním. Posledním způsobem určení preference kritérií je **kompenzace kritériálních hodnot**. Jedná se o schopnost kompenzovat nedostačující hodnoty jednoho kritéria dobrými hodnotami kritéria jiného. Jinak řečeno, kompenzace kritériálních hodnot vyjadřuje schopnost substituce mezi jednotlivými hodnotami kritérií.

### 1.2.2 Volba potenciálních variant

V rámci rozhodovacího procesu je tvorba souboru potenciálních variant důležitou etapou. Rozhodovatel by se měl zasadit o to, aby soubor uvažovaných variant pojímal co největší počet možností. Tím docílí větší šance na výběr optimálního řešení. V případě, že rozhodovatel předem nezná soubor potenciálních variant, nabízí se mu více způsobů, jak soubor variant efektivně sestavit. Fotr (2006) dělí tyto způsoby na „*metody systematicko-analytické – morfologická analýza, rozhodovací stromy – a metody stimulující intuici – brainstorming, brainwriting.*“

### 1.2.3 Stanovení kritérií hodnocení, metody určení jejich vah

Fotr et al. (2016) ve své publikaci hovoří o stanovení kritérií hodnocení jako procesu, jehož cílem je připravit soubor kritérií, které budou nejlépe odpovídat předem definovaným cílům a strategiím podniku. Jednotlivá kritéria by měla být srozumitelná, jednoznačná, snadno měřitelná, a především relevantní pro rozhodovací proces. Vhodně zvolená kritéria umožňují jasnější ohodnocení uvažovaných variant než v případě nerelevantních kritérií. V rámci procesu vícekritériálního rozhodování se rozhodovateli lépe pracuje s kritérii kvantitativními, jelikož ohodnotit práci zaměstnance u výrobního stroje jako velmi dobrou nebo vynikající, je výrazně těžší než se podívat na statistiku jím vyrobených kusů. Pokud jsou kritéria stanovena správně, poskytují zásadní informace pro optimální manažerské rozhodnutí.

Fotr et al. (2016) dále píší o důležitosti určení relevantnosti jednotlivých kritérií vůči sobě čili určení jejich váhy, aby bylo možné vypočítat celkové skóre pro každou uvažovanou variantu. K tomuto kroku slouží různé metody, které se liší podle množství informací, kterými disponuje rozhodovatel, o preferencích mezi kritérii.

V případě, že rozhodovatel nemá k dispozici **žádné informace** o preferenci mezi kritérii, lze váhy stanovit podle vzorce:

$$v_i = \frac{1}{n} \quad 1$$

kde  $n$  udává celkový počet kritérií, a  $i$  je posloupnost čísel (kritérií, jak jsou hodnoceny postupně) od 1 do  $n$ , tedy  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ .

## Metoda pořadí

Ve chvíli, kdy rozhodovatel disponuje tzv. **ordinální informací** o kritériích, která značí, že rozhodovatel může stanovit pořadí důležitosti kritérií sám, lze využít metody pořadí. Fotr et al. (2016) říkají, že spočívá v tom, že se kritéria uspořádají podle preferencí. Základním vzorcem metody pořadí je:  $b_i = n + 1 - i$ , přičemž  $b_i$  je počet bodů jednotlivého kritéria,  $n$  je počet kritérií a  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ . Výsledná váha  $i$ -tého kritéria  $v_i$  se počítá dle vzorce:

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i} \quad 2$$

Šubrt et al. (2011) tvrdí, že metoda pořadí se využívá především v případech, kdy významnost jednotlivých kritérií hodnotí vícero expertů, aby byla zaručena určitá úroveň objektivity. Šubrt et al. (2016) dále popisují průběh využití metody pořadí jako sestavení žebříčku od nejdůležitějšího kritéria po nejméně důležité. Nejdůležitějšímu rozhodovatel přidělí  $n$  počet bodů, přičemž  $n$  je celkový počet kritérií, druhé nejdůležitější dostane  $n-1$  body atd. Nejméně významné dostane jen 1 bod.

## Fullerova metoda

Další metodou při existenci **ordinální informace** je Fullerova metoda, která funguje na principu párového porovnání jednotlivých kritérií. „*Za předpokladu, že ordinální informace vyjadřuje pouze vztah mezi každou dvojicí hodnocených kritérií, lze využít metodu párového srovnání.*“ (Šubrt et al., 2011 str. 172) Při  $n$  počtu jednotlivých kritérií je celkový počet srovnání  $\binom{n}{2}$ . Ve chvíli porovnávání dvou kritérií se preferované z nich „zakroužkuje“ a následně „postupuje“ k porovnání s dalším úspěšným kritériem. Výpočet váhy  $j$ -tého kritéria se počítá dle následujícího vzorce:

$$v_i = \frac{f_i}{\frac{n \cdot (n-1)}{2}} \quad 3$$

$f_i$  představuje součet všech bodů přiřazených  $i$ -tému kritériu v rámci jednotlivých párových srovnání a  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ . Standartně se tato metoda počítá v tzv. Fullerově trojúhelníku pro vyšší přehlednost. (Šubrt et al., 2011)

## Bodovací metoda a alokace 100 bodů

V případě, že je rozhodovatel obeznámen i s rozestupy v pořadí preferencí mezi kritérii, disponuje **kardinální informací** o nich. Kardinální informace je nezbytná pro využití bodovací metody, kterou Fotr et al. (2016) považují za jednu z nejjednodušších metod, jejichž užití podmiňuje kardinální informace. Spočívá v přidělení bodů z předem určené stupnice, nejčastěji

1–10 (rozsah může být libovolný), každému kritériu. To s větším počtem bodů je preferovanější než kritérium s menším přiděleným počtem. Fotr et al. (2016) dále uvádějí, že kladem bodovací metody je, že na rozdíl od Fullerovy metody nebo metody pořadí může rozhodovatel přiřadit více kritériím stejnou váhu. Váhy kritérií se bodovací metodou vypočítají podle následujícího vzorce:

$$v_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^n f_i} \quad 4$$

V tomto vzorci  $f_i$  představuje počet přidělených bodů  $i$ -tému kritériu,  $n$  označuje celkový počet kritérií a  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ . Šubrt et al. (2011) ve své publikaci uvádějí, že metodu pořadí a bodovací metodu lze využít pouze v případě, že kritéria ohodnocuje více rozhodovatelů, aby byl výsledek maximálně objektivní.

Metoda alokace 100 bodů je velmi podobná bodovací metodě. Spočívá v rozdělení právě 100 bodů mezi všechna kritéria hodnocení v souladu s jejich významností. Množství přidělených bodů určuje váhu kritéria. (Šubrt et al., 2011)

### Saatyho metoda

Metoda kvantitativního párového srovnání, více známá jako **Saatyho metoda**, je jednou z nejčastěji používaných metod pro určení vah jednotlivých variant v případě, že rozhodovatel disponuje kardinální informací. V této metodě, podobně jako ve Fullerov, se porovnávají vždy dvě kritéria ( $i$  a  $j$ ) mezi sebou. Hlavní výhodou oproti Fullerově metodě je, že rozhodovatel vyjadřuje, jak silně preferuje kritérium  $i$  nad  $j$ . Většina literatury zabývající se tématem vícekritériální analýzy, například Fotr et al. (2016) i Šubrt et al. (2011, str. 174), přebírají Saatyho původní devítibodovou stupnici pro určení preferencí, která vypadá následovně:

- „1 – rovnocenná kritéria  $i$  a  $j$
- 3 – slabě preferované kritérium  $i$  před  $j$
- 5 – silně preferované kritérium  $i$  před  $j$
- 7 – velmi silně preferované kritérium  $i$  před  $j$
- 9 – absolutně preferované kritérium  $i$  před  $j$ “

Sudé číslice, které nejsou ve stupnici uvedeny, prezentují mezistupně, které je také možné využívat.

Rozhodovatel porovná každou dvojici kritérií a stanoví úroveň preferencí jednotlivých kritérií. Velikost  $i$ -tého kritéria oproti  $j$ -tému se zapíše do Saatyho matice  $S = (s_{ij})$  viz Obrázek 3 – Saatyho matice:

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

**Obrázek 3** - Saatyho matice (zdroj: Šubrt et al., 2011 str. 175)

Pokud rozhodovatel vyhodnotí kritéria jako rovnocenná, je  $s_{ij} = 1$ , pokud slabě preferuje  $i$  před  $j$ , je  $s_{ij} = 3$ , pokud silně preferuje  $i$  před  $j$ , je  $s_{ij} = 5$ , v případě, že velmi silně preferuje  $i$  před  $j$ , je  $s_{ij} = 7$ , při absolutní preferenci  $i$  před  $j$  je  $s_{ij} = 9$ .

Šubrt et al. (2011) popisují Saatyho metodu v 5 krocích. Metoda slouží pro stanovení vah jednotlivých kritérií. Váhy se počítají pomocí normalizovaného geometrického průměru řádků Saatyho matice.

1. Vyplnění Saatyho matice. Na diagonále Saatyho matice jsou vždy samé jedničky (jednotlivá kritéria jsou sama sobě rovnocenná). Matice je typu  $n \times n$ , čili je čtvercová. Zásadní vlastností Saatyho matice je reciprocita, to znamená, že všechny hodnoty z oblasti nad diagonálou se vypíší do oblasti pod diagonálou ve tvaru  $s_{ij} = 1/s_{ji}$ .

2. Pro každé  $i$  se spočítá hodnota

$$S_i = \prod_{j=1}^n s_{ij} \quad 5$$

3. Pro každé  $i$  se spočítá hodnota

$$R_i = \sqrt[n]{S_i} \quad 6$$

4. Následně se vypočte hodnota

$$\sum_{i=1}^n R_i \quad 7$$

5. Na závěr Saatyho metody se vypočtou váhy jednotlivých kritérií podle následujícího vzorce:

$$v_i = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^n R_i} \quad 8$$

Šubrt et al. (2011) dále poznamenávají že při využití Saatyho metody při rozsáhlém souboru kritérií si musí rozhodovatel dávat pozor, aby zachoval konzistenci podílů vah jednotlivých kritérií. Aby si matice udržela konzistenci, musí platit vztah  $s_{hj} = s_{hi} \times s_{ij}$  pro všechny  $h, i, j = 1, 2, 3, \dots, n$ . Aby mohl rozhodovatel určit, zda je jeho matice konzistentní, Saaty definoval tzv. index konzistence, který se počítá následovně:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad 9$$

V tomto vztahu  $\lambda_{max}$  označuje největší vlastní číslo Saatyho matice a  $n$  počet kritérií. Index konzistence je nadále využit ve vztahu:

$$CR = \frac{CI}{RI(n)} \quad 10$$

CR označuje relativní index konzistence, RI (n) je náhodný index. RI (n) je tabulková hodnota, kterou stanovil Saaty, pro každou hodnotu  $n$  je určeno RI (n). Aby byla matice prohlášena za konzistentní splňovat nerovnici  $CR \leq 0,10$ . (Tomeš, 2019)

#### 1.2.4 Metody stanovení hodnoty variant

Fotr et al. (2016) uvádějí, že metody stanovení hodnoty variant jsou výhodné pro rozhodovatele hlavně svou srozumitelností a poměrně nízkou náročností na aplikaci. Metody hodnocení variant slouží rozhodovateli k posouzení, která uvažovaná varianta je pro danou situaci nejvhodnější v závislosti na přiřazených váhách kritérií. Podle Fotra et al. (2016) by měl rozhodovatel zvažovat různé metody hodnocení variant v závislosti na konkrétní situaci.

#### Metoda vícekriteriální funkce užítku za jistoty

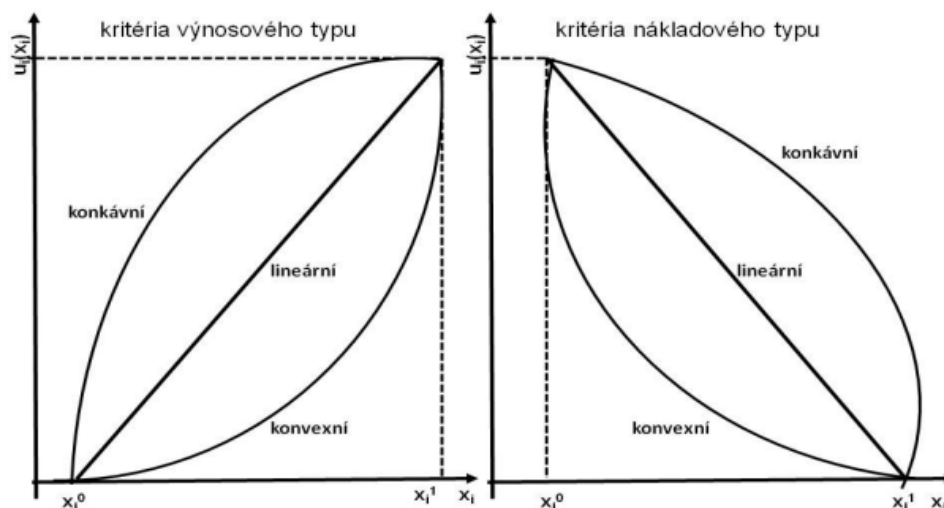
Grasseová, Mašlej a Brechta (2010) hovoří o tzv. vícekriteriální funkci utility za jistoty. Utilita v tomto případě značí užitek nebo užitečnost dané varianty pro rozhodovatele. „*Utilita je transformací hodnot kritérií na bezrozměrnou veličinu*“ (Grasseová, Mašlej a Brechta, 2010 str. 99)

V rámci zjednodušení tvorby vícekriteriální funkce užítku za jistoty, která je v obecném případě poměrně náročná, se v praktickém využití této metody pracuje s tzv. aditivním tvarem vícekriteriální funkce užítku za jistoty, který je vyjádřen takto:

$$u(X) = \sum_{i=1}^n v_i \times u_i(x_i) \quad 11$$

kde  $u(X)$  je vícekriteriální funkce užítku za jistoty,  $u_i(x_i)$  je dílčí funkce užítku za jistoty  $i$ -tého kritéria,  $x_i$  představuje důsledek varianty vzhledem k  $i$ -tému kritériu,  $v_i$  značí váhu  $i$ -tého kritéria a  $n$  celkový počet kritérií.





**Obrázek 4** - Dílčí funkce utility za jistoty (zdroj: Grasseová, Mašlej a Brechta, 2010 str. 100)

Jak ukazuje Obrázek 4 - Dílčí funkce utility za jistoty, vývoj užítku kritéria  $u_i(x_i)$  pro rozhodovatele v závislosti na vývoji hodnoty tohoto kritéria  $x_i$ . Pojmeme dílčí funkce je myšlena funkce užítku pouze jednoho kritéria, potom tedy celkový součet všech dílčích funkcí je onou vícekritériální funkcí užítku varianty  $u(X)$ . „Dílčí funkce utility je rostoucí pro kritéria výnosového typu a klesající pro kritéria nákladového typu.“ (Grasseová, Mašlej a Brechta, 2010 str. 100) Z Obrázku 4 je patrné, že průběh funkce může mít konkávní, konvexní i lineární podobu. Lineární podobu křivka nabude v případě, že rozhodovateli přináší stejný přírůstek nebo pokles stejný užitek. V případě, že hodnotitel hodnotí stejné přírůstky hodnot výnosového kritéria stále méně a klesání hodnot nákladového kritéria stále více, nabývá funkce konkávního tvaru. Podobně u konvexní funkce platí, že stejné přírůstky hodnot pro rozhodovatele představují větší užitek u výnosového kritéria a stejný pokles menší užitek u nákladového kritéria. Dílčí i celkové vícekritériální funkce užítku za jistoty mají obor hodnot v intervalu  $\langle 0;1 \rangle$ . (Grasseová, Mašlej a Brechta, 2010)

### Metoda bodovací

Jedná se o jednoduchou metodu, která je založená na expertním stanovení dílčích hodnocení. Rozhodovatel (většinou expert) stanovuje dílčí ohodnocení přiřazením bodů z předem zvolené bodovací stupnice, která musí být pro všechna kritéria stejná. Podstata této metody je velmi podobná s metodou pro určení vah jednotlivých kritérií. Obtížnost využití bodovací metody je ovlivněna především rozsahem bodovací stupnice a bodovacího kroku.

Každé  $j$ -té variantě hodnocené podle  $i$ -tého kritéria přiřazuje rozhodovatel počet bodů  $b_{ij}$ . Z toho vyplývá, že výsledné ohodnocení varianty se rovná součtu dílčích hodnot. Vztah pro užití bodovací metody je následující:

$$b_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} \quad 12$$

Rozhodovatel následně vybere variantu, která dostala nejvyšší počet bodů  $b_j$ . Tato varianta by měla být nejlepší z uvažovaného souboru variant. Bodovací metodu je možné upravit o váhy kritérií, pokud je má rozhodovatel k dispozici. V takovém případě se hodnoty  $b_j$  pro jednotlivé varianty vypočítají jako vážené součty.

### **Metoda váženého pořadí**

Grasseová, Mašlej a Brechta (2010) uvádějí, že metoda váženého pořadí je vhodná k užití v případě, že rozhodovatel disponuje souborem kvalitativních kritérií, jejichž ohodnocení se těžko stanovuje. Metoda váženého pořadí závisí na uspořádání variant vzhledem k jednotlivým kritériím. Za nejvýhodnější variantu lze považovat tu s nejnižším váženým pořadím. Pokud například vybíráme z šesti možností na základě ceny, potom varianta s nejnižší cenou je na prvním místě a je nejvýhodnější, naproti tomu varianta s nejvyšší cenou je na místě posledním, tedy šestém, a je tedy nejméně výhodná. Vzorec pro výpočet váženého pořadí vypadá následovně:

$$h_i^j = m + 1 - p_i^j \quad 13$$

kde  $h_i^j$  je dílčí ohodnocení  $i$ -tého kritéria  $j$ -té varianty,  $m$  označuje celkový počet variant a  $p_i^j$  je pořadí  $j$ -té varianty vzhledem k  $i$ -mu kritériu.

Metoda váženého pořadí rozhodovateli neukáže přesné hodnoty kritérií u porovnávaných variant, ale pouze jejich pořadí. Výsledek, který tato metoda generuje je pouze hrubé hodnocení variant. (Grasseová, Mašlej a Brechta, 2010)

### **Metoda bazické varianty**

Metoda bazické varianty spočívá v porovnání hodnot všech kritérií s hodnotou kritérií tzv. bazické varianty. Bazická varianta je specifická tím, že ve všech kritériích dosahuje nejlepších hodnot, jedná se o cílovou variantu. Je také chápána jako protipól bazální varianty, některé zdroje (Fotr et al., 2016) ji nazývají ideálem nebo etalonem. Tato metoda je založena na principu maximalizaci užitku. Pro výpočet dílčích užitků  $j$ -té varianty podle  $i$ -tého ( $u_{ij}$ ) kritéria výnosového typu platí vztah:

$$u_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_i^b} \quad 14$$

pro kritéria nákladového typu platí obrácený vztah:

$$u_{ij} = \frac{x_i^b}{x_{ij}} \quad 15$$

kde  $x_i^b$  označuje hodnotu  $i$ -tého kritéria v bazické variantě a  $x_{ij}$  je hodnota  $i$ -tého kritéria u  $j$ -té varianty. Celkový užitek  $u(X)$  se vypočte jako vážený součet všech dílčích ohodnocení podle výše vysvětleného vztahu (Grasseová, Mašlej a Brechta, 2010):

$$u(X) = \sum_{i=1}^n v_i \times u_i(x_i) \quad 16$$

Fotr et al. (2016) dávají do kontrastu s bazickou metodou metodu PATTERN (Planning Assistance Through Technical Avaluation of Relevance Number). Na rozdíl od bazické metody, která srovnává s nejlepšími hodnotami kritérií, metoda PATTERN je postavena na porovnávání s hodnotami nejhorsími, s bazální variantou.

## Metoda TOPSIS

TOPSIS je akronymem pro Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (Technika uspořádání preference podobností s ideálním řešením). Tato metoda je postavena na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty a maximalizaci vzdálenosti od varianty bazální. Základním předpokladem pro využití TOPSIS je, že jsou všechna kritéria maximalizačního charakteru. V případě, že některá nejsou, je rozhodovatel nucen převést minimalizační na maximalizační kritéria podle vztahu:

$$x_{ij} = -x_{ij} \quad 17$$

kde  $x_{ij}$  je hodnota  $i$ -tého kritéria u  $j$ -té varianty. Proces metody TOPSIS Šubrt et al. (2011) popisují v následujících pěti krocích:

1. Vytvoření normalizované kritériální matice  $\mathbf{R} = (r_{ij})$  podle vztahu:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad 18$$

Využití výše uvedeného vztahu zaručí transformaci sloupcových vektorů matice  $\mathbf{R}$  na jednotkovou délku. Tato transformace umožní rozhodovateli srovnání přes všechna kritéria.

2. Převod normalizované kritériální matice  $\mathbf{R}$  na váženou normalizovanou matici  $\mathbf{Z} = (z_{ij})$  podle vztahu:

$$z_{ij} = v_j r_{ij} \quad 19$$

kde  $v_j$  je váha  $j$ -tého kritéria. Tento vztah popisuje vynásobení každého sloupce matice  $\mathbf{R}$  váhou odpovídajícího kritéria.

3. Tvorba ideální varianty  $H (h_1, h_2, \dots, h_n)$  a bazální varianty  $D (d_1, d_2, \dots, d_n)$  z prvků vážené normalizované matice  $\mathbf{Z}$ , kde platí:

$$H = \max z_{ij}; i = 1, 2, \dots, m \quad 20$$

$$D = \min z_{ij}; i = 1, 2, \dots, m \quad 21$$

4. Výpočet vzdálenosti jednotlivých variant – od ideální varianty ( $d_i^+$ ) a od bazální varianty ( $d_i^-$ ) podle vztahů:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_{ij} - h_j)^2} \quad 22$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_{ij} - d_j)^2} \quad 23$$

5. Výpočet relativního ukazatele od bazální varianty podle vztahu:

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}; i = 1, 2, \dots, m \quad 24$$

Metoda TOPSIS neposkytuje pouze informaci o optimální variantě, ale udává kompletní uspořádání variant podle hodnot relativního ukazatele  $c_i$ .

## **2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU MANIPULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ VE SPOLEČNOSTI KŮTA LOGISTIK S.R.O.**

Druhá kapitola se věnuje analýze současného stavu manipulačních zařízení ve společnosti KŮTA LOGISTIK s.r.o. Na úvod kapitoly bude rozebrána teoretická stránka manipulační techniky, kterou společnost v současnosti využívá, poté bude představena samotná společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o. a její aktivity v oblasti logistiky. Dále se kapitola věnuje současnému procesu výběru nové manipulační techniky, současnému stavu manipulačních zařízení v dané společnosti, jejich technickým parametrům a využitím v praxi. Na závěr kapitoly jsou zhodnoceny silné a slabé stránky současného stavu manipulačních zařízení.

### **2.1 Manipulační technika**

Manipulační technikou se rozumí mechanické zařízení, které pomocí vlastního pohybu slouží k manipulaci s materiálem. Termín manipulační technika zahrnuje širokou škálu zařízení, která se rozdělují na zařízení s přetržitou a nepřetržitou manipulací. Hlavní funkcí manipulačních prostředků je zjednodušení, zrychlení a zefektivnění manipulace s manipulačními jednotkami. Manipulační zařízení lze dále dělit podle konstrukce a účelu. Syrový (1990) rozděluje manipulační zařízení podle konstrukce a účelu na následující kategorie:

- Manipulační technika pro ložné operace.
- Skladovací manipulační technika.
- Dopravní manipulační technika.
- Zdvihací manipulační technika.

Práce se nadále věnuje pouze skladovací manipulační technice, protože cílem práce je nalézt vhodné manipulační zařízení pro společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o., která provozuje pouze skladovací manipulační techniku. Gašparík (2017) uvádí, že nejpoužívanějším druhem skladovací manipulační techniky jsou dopravní vozíky. Dopravní vozíky jsou určeny pro vnitropodnikovou a skladovou manipulaci, proto jsou speciálně uzpůsobeny pro pohyb v úzkých prostorech, s manipulačními prostředky, kterými jsou například palety, přepravky nebo kontejnery. Skladovací manipulační zařízení se vyznačuje časově omezeným provozem. Dopravní vozíky zařazuje Gašparík (2017) do skupiny – Manipulační zařízení na přetržitou manipulaci s cyklickým provozem.

Cyklický provoz manipulačních zařízení znamená sled opakujících se operací s materiálem v pravidelných intervalech. Tyto intervaly se stanovují podle specifických

požadavků na výkon dané techniky nebo podle aktuální potřeby množství materiálu v danou dobu.

## Dopravní vozíky

Dopravní vozíky lze rozdělit na dvě základní kategorie – vozíky s ručním pohonem a motorové dopravní vozíky. Gašparík (2017) definuje ještě jednu kategorii, jedná se o přívěsné vozíky, které nemají vlastní pohon a připojují se za jiná vozidla. V kapitole 2.1.1 se práce věnuje pouze těm typům dopravních vozíků, kterými společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o. disponuje.

### Dopravní vozíky s ručním pohonem

Dopravní vozíky s ručním pohonem jsou určeny pro manipulaci s nákladem nižších hmotností a jsou navrženy pro pohyb speciálně ve vnitřních prostorech.

- **Plošinové přepravní vozíky** – Tyto vozíky se využívají nejčastěji na pracovištích pro přesun manipulačních jednotek, na které není třeba využít paletových, vysokozdvizných nebo jiných typů vozíků. Využívají se především na manipulaci jednodušších a nejlehčích manipulačních jednotek. Nejčastěji jsou konstruovány se čtyřmi otočnými koly. Plošinové vozíky jsou typické nízkými náklady na svou údržbu. (Typy manipulační techniky, 2011)



**Obrázek 5** - Plošinový přepravní vozík (zdroj: CONE DESIGN Int. s.r.o. – Profesionální manipulační technika, 2023)

- **Paletové vozíky** – Paletové vozíky jsou základním manipulačním zařízením určeným k manipulaci s paletami. Paletový vozík bývá součástí každého pracoviště, ve kterém je třeba přemísťovat materiál o větší hmotnosti, se kterým by člověk nemohl manipulovat ručně. Možnost použití paletových vozíků je omezen na rovné a stabilní povrchy. Každý

paletový vozík disponuje ovládací pákou, která ovládá zdvih vidlicí a pohyb kol. Paletový vozík je ještě vybaven vidlicovými koly. Vyznačují se, podobně jako plošinové vozíky, velmi nízkými náklady na údržbu i pořizovací cenou. (Typy manipulační techniky, 2011)



**Obrázek 6** - Paletový vozík (zdroj: CONE DESIGN Int. s.r.o. – Profesionální manipulační technika, 2023)

### **Dopravní vozíky s motorovým pohonem**

Gašparík (2017) popisuje dopravní vozíky s motorovým pohonem jako mobilní zařízení s vlastním pohonem, který může být buď na bázi spalovacího motoru (benzínový, dieselový nebo plynový), nebo může využívat elektromotor napájený akumulátorem. Dopravní vozíky se spalovacím motorem poskytují operátorovi vyšší nosnost, rychlost a dojezd oproti vozíkům s elektromotorem, ale jsou znevýhodněny exhalací výfukových plynů, takže se hodí pro vnější prostředí a rozlehlé sklady. Tudíž pro sklady s menší rozlohou, či uzavřené prostory se zhoršenou vzduchovou ventilací jsou výhodnější vozíky s elektrickým pohonem.

- **Nízkozdvižné vozíky** – Tento typ vozíků se odlišuje od klasických paletových vozíků s ručním pohonem tím, že disponuje elektromotorem, který je napájen akumulátorem, a operátor tedy není nucen využívat fyzické síly na pohyb vozíku. Nízkozdvižné vozíky svou konstrukcí nejsou určeny k zakládání manipulačních jednotek do vyšších regálových pozic nebo ke stohování. Nízkozdvižné vozíky lze rozdělit na vozíky s chodící obsluhou, vozíky s obsluhou a bočním sezením a na vozíky s obsluhou a plošinou. (Typy manipulační techniky, 2011)

Gašparík (2017) ve své knize uvádí, že nízkozdvižné vozíky jsou výhodné pro přemísťování manipulačních jednotek do vzdálenosti 70 metrů a jejich zdvih udává do 210 milimetrů. Ve zvláštní úpravě pro vychystávání zboží mohou nízkozdvižné vozíky, podle Gašparíka, dosáhnout zdvihu o hodnotě 675 milimetrů.



**Obrázek 7** - Nízkozdvížený vozík (zdroj: Mátl & Bula, spol s r.o., 2023)

- **Čelní vysokozdvížené vozíky** – Tento typ vozíků je nejznámější a nejhojněji používanou skladovací manipulační technikou současnosti. Čelní vysokozdvížené vozíky (dále jen čelní VZV) jsou nejrozšířenější manipulační zařízení z důvodu jejich univerzality. Využívají se pro manipulaci s lehčím nákladem i pro manipulaci se zbožím o váze několika tun.

Různé typy vozíků se mohou lišit svou konstrukcí v závislosti na výrobci nebo druhu. U výše zmíněných vozíků se rozlišovalo, zda jde operátor za vozíkem pěšky, nebo na něm stojí. U čelního vysokozdvíženého vozíku existuje pouze jeden typ, jak může operátor vozík ovládat. Jediná varianta je operátor sedící přímo ve vozíku. Tento typ je nabízen s dieselovým, benzínovým, plynovým i elektrickým motorem. „Čelní manipulační technika má specifickou konstrukci zahrnující 8 základních částí, bez kterých by čelní vysokozdvížený vozík nebyl vozíkem: šasi s koly, konstrukční rám, zvedací zařízení s hydraulickým systémem, nosná deska s vidlemi, ochranný rám, ovládací panel, závaží, motorová část.“



**Obrázek 8** - Čelní vysokozdvížený vozík (zdroj: Simple Lift s.r.o. - prodej a servis manipulační techniky, 2023)



- **Ručně vedené vysokozdvizné vozíky** – vyznačují se svou malou náročností na prostor. Jsou vysoce agilní, takže se dají efektivně využívat v úzkých skladových uličkách. Slouží především k zakládání do vysokých regálových pozic a ke stohování palet. Vzhledem ke své konstrukci je možno s ručně vedenými vysokozdviznými vozíky (dále jen ručně vedený VZV) operovat pouze v uzavřených prostorech s rovným povrchem. Tento typ vozíků se vyrábí zpravidla s elektromotorem a elektrickou energií čerpá z akumulátoru. Podobně jako u nízkozdvizného vozíku existují tři typy – chodící, stojící a sedící s obsluhou. Na Obrázku 9 lze vidět ručně vedený VZV s plošinou, který je uzpůsoben k řízení s chodící i stojící obsluhou. (Typy manipulační techniky, 2011)



**Obrázek 9** - Ručně vedený VZV (zdroj: Simple Lift s.r.o. - prodej a servis manipulační techniky, 2023)

## 2.2 O společnosti KŮTA LOGISTIK s.r.o.

KŮTA LOGISTIK s.r.o. je dceřinou společností společnosti KŮTA SERVIS s.r.o., obě se sídlem na stejné adrese ve městě Prachatice. Společnost KŮTA SERVIS s.r.o. byla založena Františkem Kůtou v roce 1992 a zpočátku se specializovala pouze na pneuservis pro nákladní a osobní automobily. Po deseti letech, tedy v roce 2002, společnost rozšířila svou působnost a začala se věnovat dopravě a spedici. Začala tedy provozovat vlastní vozový park nákladních automobilů. V rámci svého stálého působení v oblasti servisování vozidel získala společnost Kůta servis oprávnění k autorizaci na ověřování analogových a digitálních tachografů.

V roce 2011 byla založena Františkem Kůtou společnost KŮTA SERVIS s.r.o. s počátečním kapitálem ve výši 1 milion Kč. V současnosti KŮTA SERVIS s.r.o. disponuje servisní halou, která je schopna v jednu chvíli opravovat až pět nákladních vozidel. Využívá ji

především pro své vlastní potřeby. Vozový park v roce 2013 čítal 35 vozových jednotek. Do dnešního dne byl vozový park značně rozšířen a v březnu 2023 čítá 52 vozových jednotek. Jeho převážnou část tvoří nákladní automobily s plachtovým návěsem, menší zastoupení mají dodávky a společnost disponuje také menším počtem služebních osobních automobilů.

Společnost KŮTA SERVIS s.r.o. se za svých více než 20 let existence stala kvalitním a spolehlivým poskytovatelem servisních, dopravních a spedičních služeb. Rozšířila tedy postupně svůj záběr podnikatelských činností na skladové hospodářství, čímž se stala komplexním dodavatelem logistických služeb. V roce 2014 započal proces plánování nového logistického areálu, který byl otevřen o tři roky později v roce 2017, a který je blíže popsán v kapitole 2.2.1 Logistický komplex. V roce 2018, krátce po otevření nového areálu, byla založena dceřiná společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o., pod jejíž agendu se přesunulo kompletní řízení skladového hospodářství. Základní kapitál společnosti KŮTA LOGISTIK s.r.o. byl vložen ve výši 200 000 Kč, tento obnos se do dnešního dne nezvýšil. Obě společnosti úzce spolupracují, aby byl zajištěn synergický efekt a mohly společně poskytovat co nejlepší služby pro své zákazníky.

Nabídku svých služeb nadále obě společnosti rozšiřují. V roce 2019 společnost KŮTA SERVIS s.r.o. získala oprávnění k silniční přepravě leteckých zásilek a v roce 2022 se stala partnerem společnosti Ford, když otevřela ve svém areálu prodejní a servisní centrum Ford Trucks. Obě společnosti, jak KŮTA SERVIS s.r.o., tak KŮTA LOGISTIK s.r.o., nadále rozšiřují a zkvalitňují své služby, aby dostály své pozice kvalitního a spolehlivého poskytovatele komplexních a logistických služeb. (Kůta Servis – Logistika, skladování a servis, 2023)

### **2.2.1 Logistický komplex v Těšovicích**

Logistický komplex společnosti je umístěn poblíž prachatické městské části Těšovice. Jedná se o strategickou polohu, jelikož se komplex nachází pouze 40 km od hranic s Německem, zároveň se v těsné blízkosti nachází hlavní tah z Německa na České Budějovice – silnice II/145. Celý komplex se rozkládá na území přesahující 25 000 m<sup>2</sup>.

Areál je rozdělen do několika částí. Hlavní částí je kancelářská budova, kde sídlí vedení společnosti, ekonomické oddělení, dispečeri a ostatní kancelářští zaměstnanci. Na hlavní kancelářskou budovu je přímo napojená servisní hala a centrum pro kalibraci tachografů. Na servisní halu přímo navazuje centrální sklad, který úzce sousedí s tzv. přístavbou, která je novým rozšířením původního centrálního skladu. Po areálu jsou ještě rozmístěny plachtové sklady. Práce se podrobněji věnuje skladovacím plochám v kapitole 2.2.2 Skladovací plochy.

V areálu se taktéž nachází montážní dílna partnerské společnosti, která se zabývá montáží fotovoltaických panelů. Celý logistický komplex lze vidět ještě ve fázi stavění na Obrázku 10 – Logistický komplex.

Logistický komplex není jediným působištěm celé společnosti. KŮTA LOGISTIK s.r.o. taktéž disponuje skladovací halou a několika dalšími plachtovými sklady v nedalekém areálu v Husinci. Dále mateřská společnost KŮTA SERVIS s.r.o. provozuje pneuservis na původním místě v Prachaticích, kde byla celá společnost založena a původně sídlila.



**Obrázek 10** - Logistický komplex (zdroj: mapy.cz, 2023)

### **2.2.2 Skladovací plochy**

Společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o. má k dispozici tři stálé skladovací haly, čtyři plachtové sklady a prostor pro venkovní skladování. Celková skladovací plocha uzavřených skladů je 2 775 m<sup>2</sup>, přičemž celkový počet paletových míst EPAL (European Pallet Association) uvnitř uzavřených skladů je 2 000. Společnost udává, že celkový počet paletových míst EPAL, pokud se započtou plochy pro venkovní skladování, je 4 500.

#### **Centrální sklad**

Centrální sklad je umístěn v centru logistického komplexu. Plocha skladu je 600 m<sup>2</sup>, s výškou stropu 10 metrů, přičemž je schopen pojmout 650 paletových míst EPAL, je tedy, co se počtu paletových míst týče, největší skladovací halou společnosti. Je vybaven systémy větrání a regulací teploty, přičemž se teplota celoročně udržuje na hodnotě okolo 20 °C.

Centrální sklad je vybaven regálovým systémem paletovým rovinným a tento regálový systém do něj dodala společnost STILL. Nosnost jedné paletové pozice v regálu je 1 t/m<sup>2</sup>. V tomto skladu je uskladněno zboží pro společnosti zabývající se automotive, zemědělským průmyslem, výrobou jízdních kol, výrobou tepelných čerpadel nebo ohřívacích bojlerů.

### **Přístavba**

Přístavba je postavena přímo vedle centrálního skladu, ovšem nemá s ním žádné průchozí propojení. Byla dostavěna na žádost zákaznické společnosti, která se specializuje na výrobu zdravotnického materiálu a poptávala specializovaný sklad, který by byl určen pouze pro její zboží. Zdravotnický materiál a komponenty, ze kterého je vyráběn, podléhají přísnější regulaci na skladovací podmínky. Přístavba pro potřeby této zákaznické společnosti byla vybudována o rozloze 300 m<sup>2</sup>, o výšce stropu 8 metrů, přičemž disponuje 350 paletovými místy EPAL. Stejně jako centrální sklad je přístavba vybavena systémy větrání a regulace teploty, přičemž teplota, na žádost zákazníka, uvnitř přístavby nesmí přesáhnout 20 °C. Dále podobně jako u centrálního skladu je regálový systém dodávaný společností STILL a jedná se o regálový systém paletový rovinný. Nosnost regálové pozice je taktéž 1 t/m<sup>2</sup>.

### **Skladovací hala Husinec**

Skladovací hala v Husinci je postavena na ploše 1 200 m<sup>2</sup>, přesto však poskytuje pouze 450 paletových míst EPAL, jelikož výška stropu činí jen 4 metry a hala není vybavena žádným regálovým systémem. Možnost ukládání palet do výšky je tedy omezena pouze na stohování, které není u všech druhů palet vždy možné. Sklad taktéž není vybaven systémy regulace teploty čili je zde možné skladovat pouze zboží, které tento faktor neovlivňuje. Oproti předchozím dvěma skladovacím halám, které byly umístěny v logistickém komplexu v Těšovicích, disponuje hala v Husinci nákladní rampou. V tomto skladu jsou uskladněny především díly na výrobu v sektorech automotive a agrárním.

### **Plachtové sklady**

Plachtové sklady jsou umístěny jak v Těšovicích, tak v Husinci. Celková skladovací plocha plachtových skladů je 300 paletových míst EPAL na celkové ploše 675 m<sup>2</sup>. Poměrně nízká efektivita využití skladovacích ploch je dána absencí regálového systému a poměrně nízkou výškou stropu, která činí 4 metry. Zároveň je tato nízká efektivita dána charakterem zboží, které je zde uskladněno – jedná se především o komponenty na výrobu fotovoltaických

panelů partnerské společnosti, které není možné stohovat. Jelikož plachtové sklady nedisponují větracími, ani teplotu regulujícími systémy, jsou v nich skladovací možnosti značně omezeny.

### **Venkovní skladování**

Venkovní skladování je, co do počtu paletových míst, největším zástupcem skladovacích možností, které společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o. nabízí. Ve venkovních prostorách má společnost k dispozici 2 500 paletových míst EPAL. Ve venkovních prostorách jsou skladovány především betonové prefabrikáty, které si v KŮTA LOGISTIK s.r.o. uschovává opodál sídlící betonárka.

## **2.3 Manipulační zařízení ve společnosti KŮTA LOGISTIK s.r.o.**

Společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o. celkově disponuje jedenácti kusy manipulační techniky. Jejich výčet a specifikace budou dále rozebrány níže kapitole 2.3.1 – Typy manipulačních zařízení ve společnosti KŮTA LOGISTIK s.r.o. Těchto jedenáct kusů manipulační techniky obsluhují celkem tři operátoři, dva v Těšovicích a jeden v Husinci, v jednosměnném provozu. S ohledem na velikost společnosti a celkový počet paletových míst je množství manipulačních zařízení a operátorů dostatečné. Ovšem, co již dostatečné není, je aktuální stav konkrétních manipulačních zařízení, více v kapitole 2.3.1 – Typy manipulačních zařízení ve společnosti KŮTA LOGISTIK s.r.o.

V současné době ve společnosti neexistuje žádný jasný klíč nebo vzorec, podle kterého by se vybíralo nové manipulační zařízení. Celkově neexistuje žádný rozsáhlý výběrový a schvalovací proces, jehož výsledkem by byla koupě nového zařízení. Veškerou kompetenci k výběru a koupi nového manipulačního zařízení má vedoucí pracovník v sekci logistiky skladování.

Dle výpovědi tohoto vedoucího pracovníka, výběr nové manipulační techniky spočívá v ujasnění minimálních hodnot základních kritérií, jako jsou nosnost nebo výška zdvihu, a v určení maximální možné ceny, kterou stanovuje ekonomické oddělení. Posléze je vybráno manipulační zařízení, které tyto minimální hodnoty překračuje a zároveň nepřesahuje maximální dovolenou pořizovací cenou. Nezohledňuje se při výběru více kritérií, které do rozhodnutí mohou vstoupit, jako je záruka, servisování atd.

### **2.3.1 Typy manipulačních zařízení ve společnosti KŮTA LOGISTIK s.r.o.**

Přestože se KŮTA LOGISTIK s.r.o. etablovala jako dodavatel komplexních logistických služeb na mezinárodní úrovni, je stále poměrně mladou společností, která si svůj prostor na trhu skladového hospodářství stále hledá. Růst na tomto trhu je úzce spojen s kvalitním a spolehlivým systémem skladování, jehož nedílnou součástí je vhodná a nárokům

zákazníků odpovídající manipulační technika. Společnost v současnosti vlastní a v praxi využívá manipulační zařízení, které převzala od své mateřské společnosti KŮTA SERVIS s.r.o. Postupným časovým i technickým opotřebením se manipulační technika stává nedostatečnou pro aktuální potřeby obsluhy skladových ploch.

### **Dopravní vozíky s ručním pohonem**

Ve společnosti k obsluze skladových ploch využívají skladový operátoři celkem šest dopravních vozíků s ručním pohonem. Jejich výčet s technickými parametry je následující:

- **Plošinový přepravní vozík**

Společnost využívá k obsluze centrální skladu a přístavby pouze jeden plošinový dopravní vozík. Jedná se o typ plošinového vozíku s ložnou plochou, madlem, dvěma předními nafukovacími a dvěma zadními gumovými koly. Madlo je vyrobeno ze železa a ložná plocha je vyrobena ze dřeva. Maximální nosnost vozíku je 150 kg. Hmotnost samotné konstrukce vozíku výrobce udává 12,8 kg. Rok výroby podle štítku na vozíku je 2012. Přes stáří 11 let není na vozíku znát žádné vážnější poškození, které by limitovalo jeho použití ve skladu. Tento vozík slouží především k manipulaci lehkých nákladů, malých balíčků nebo jako odkladní prostor. Plošinový vozík společnosti KŮTA LOGISTIK s.r.o. lze vidět na Obrázku 11 – Plošinový vozík.

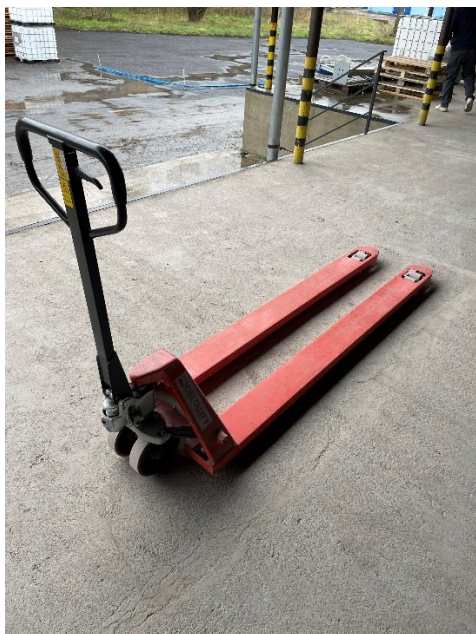


**Obrázek 11** - Plošinový vozík (Zdroj: Autor)

- **Paletové vozíky**

Paletových vozíků se ve všech třech skladovacích halách nachází celkem pět. Jedná se o čtyři paletové vozíky s krátkými vidlicemi a jeden paletový vozík s dlouhými vidlicemi. Paletové vozíky s kratšími vidlicemi jsou BF-ARm standardní. Jejich nosnost výrobce udává 2 500 kg, maximální výška zdvihu je 200 mm a délka vidlic je 1 150 mm. Ke zdvihu vozík využívá hydraulickou pumpu. Skladoví operátoři využívají paletové vozíky s kratšími vidlicemi především pro manipulaci se standardními europaletami EPAL na kratší vzdálenosti a pro zakládání palet do přízemních paletových míst.

Paletový vozík s delšími vidlicemi BF2000 je vybaven nestandardně 2 000 mm dlouhými vidlicemi, které slouží k manipulaci s prostorově náročnějšími typy palet. Vozík je využíván ve skladu v Husinci, kde jsou skladovány hotové fotovoltaické panely partnerské společnosti, které měří na délku přes dva metry a tento typ paletového vozíku je pro jejich manipulaci ideální. Celková délka vozíku je 2 420 mm, je tedy pro obsluhu mnohem náročnější s vozíkem manipulovat než v případě kratší verze. Maximální výška zdvihu je 205 mm. Stejně jako u verze s kratšími vidlicemi je pro zdvih využívána hydraulická pumpa. Paletové vozíky byly pořízeny všechny naráz v roce 2017 a po šesti letech využívání nejeví žádné vážnější známky opotřebení. Paletové vozíky lze vidět na obrázcích 12 a 13.



**Obrázek 12** - Paletový vozík s delšími vidlicemi (Zdroj: Autor)



**Obrázek 13** - Paletový vozík se standardními vidlicemi (Zdroj: Autor)

### **Dopravní vozíky s motorovým pohonem**

Operátoři ve skladech mají k dispozici celkem pět kusů manipulačních zařízení s motorovým pohonem. Jedná se o jeden nízkozdvihový vozík, tři čelní vysokozdvihové vozíky a dva ručně vedené vysokozdvihové vozíky. Jejich výčet je následující:

- **Nízkozdvihový vozík**

Nízkozdvihový vozík EXH 25-30 společnosti STILL je využíván pouze ve skladovací hale v Husinci. Disponuje nosností 3 000 kg a jeho maximální zdvih dosahuje 125 mm. Je poháněn elektromotorem, který je napájen akumulátorem o kapacitě 500 Ah. Tento typ vozíku je využíván především k manipulaci s těžkým zbožím, jako jsou například palety s kovovými díly pro automotive, jehož manipulaci výrazně usnadňuje elektrické řízení a elektrický zdvih. Oproti standardním paletovým vozíkům s ručním pohonem značně šetří práci zaměstnanců ve skladě.

Společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o. tento model pro svou skladovací halu v Husinci zakoupila v roce 2016 a od té doby vozík odpracoval přes 2 000 motohodin (údaje o motohodinách nejsou u žádného zařízení udány přesně, protože číslo každým dnem narůstá). Doposud nejeví žádné větší známky opotřebení a pro provoz skladovací haly v Husinci je plně dostačující. Popsaný nízkozdvihový vozík lze vidět na Obrázku 14.





**Obrázek 14** - Nízkozdvižný AKU vozík STILL (Zdroj: Autor)

- **Ručně vedené vysokozdvizné vozíky**

Společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o. vlastní dva ručně vedené VZV značky STILL. Konkrétně se jedná o STILL EGV 14 – AKU. Jeden je v provozu v logistickém komplexu v Těšovicích pro účely manipulace se zbožím v centrálním skladu a v přístavbě. Druhý je provozován ve skladovací hale v Husinci. Ručně vedené VZV jsou poháněny elektromotorem, který je napájen akumulátorem o kapacitě 320 Ah. Jejich nosnost činí 1 400 kg, maximální zdvih je 4 800 mm, což zároveň odpovídá výšce nejvýše položeného paletového místa v regálovém systému. Průjezdni výška je 2 070 mm, čemuž odpovídá i výška všech průjezdů a vrat, takže ručně vedené VZV nejsou ve svém pohybu po skladovacích prostorách nikterak limitovány. Hmotnost samotných ručně vedených VZV činí 1 374 kg, čímž dodává dostatek protizávaží vůči manipulovaným břemenům.

Ručně vedené VZV jsou využívány především k zakládání do vysoko položených regálových pater, a jelikož disponují elektrickým řízením a elektrickým zdvihem, výrazně šetří čas a fyzickou námahu obsluze, která je řídí.

Společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o. ručně vedené VZV pořídila v roce 2017 souběžně s regálovým systémem, který je využíván v centrálním skladu a přístavbě. Doposud ručně vedený VZV s plošinou, který je využíván v logistickém komplexu v Těšovicích, vykonal přes 4 000 motohodin. Za tuto dobu na něm byl servisován pouze akumulátor, jinak je bez známek vážnějšího poškození. Ručně vedený VZV využívaný v Husinci vykonal přes 2 500 motohodin.

Je to dáno faktem, že skladovací hala v Husinci má výrazně nižší obrat skladovaného zboží. Fotografii ručně vedeného VZV lze vidět na Obrázku 15.



**Obrázek 15** - Ručně vedený VZV (Zdroj: Autor)

- **Čelní vysokozdvizné vozíky**

Veškeré skladovací prostory, které společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o. v současné době využívá, ať už venkovní nebo vnitřní, obsluhují dva čelní VZV. Oba tyto vozíky byly pořízeny mateřskou společností před existencí samotné dceřiné společnosti, a tedy i před existencí logistického komplexu.

Prvním čelním vysokozdvizným vozíkem je BT – C4D 200 D, který je využíván pro manipulační práce v areálu v Těšovicích. Jedná se o vozík poháněný spalovacím diesellovým motorem, který je schopen dosáhnout maximální rychlosti 25 km/h. Maximální nosnost tohoto stroje je 2 000 kg. Výška zdvihu dosahuje 5 600 mm. Je tedy možné vozík využívat i k zakládání do vyšších regálových pater v místech, kde by se vměstnal do úzkých uliček mezi regály. Vozík taktéž disponuje integrovaným bočním posuvem. Průjezdni výška činí 2 470 mm, což je o 400 mm více, než činí průjezdová výška ručně vedeného VZV. Přesto jsou centrální sklad i přístavba uzpůsobeny těmito rozměry a vozík se tak může dostat v podstatě všude. Hmotnost samotného čelního VZV BT – C4D 200 D je 3 520 kg. Na tuto hmotnost jsou dimenzovány betonové podlahy v obou skladovacích halách. Tento vozík je využíván především pro vykládku a nakládku nákladních vozidel, případně pro manipulaci na delší vzdálenost ve skladech nebo pro přesun palet mezi skladovacími halami a plachtovými sklady.

Rovněž je využíván k manipulaci s betonovými prefabrikáty, které jsou skladovány venku po areálu. Tento vozík svými specifikacemi splňuje požadavky na veškerou manipulaci v areálu. Jeho rok výroby je ale 2007 a od té doby již najezdil přes 14 000 motohodin. Má zrezlé šasi, čím dál častěji je servisován a postupem času na něm odcházejí různé komponenty. Často se stává, že vozíku začnou téct provozní kapaliny a není možno jej využívat, čímž se stává výrazně nespolehlivým. Čelní VZV BT – C4D 200 D je vyfocen na Obrázku 16 – Čelní VZV BT – C4D 200 D.



**Obrázek 16 - Čelní VZV BT – C4D 200 D (Zdroj: Autor)**

Druhým čelním VZV je Linde H 30 D, který je využíván v areálu v Husinci. Jedná se o vozík poháněný spalovacím dieslovým motorem. Maximální nosnost tohoto vozíku dosahuje 3 000 kg, maximální výška zdvihu 4 000 mm a tato vlastnost je využívána pro občasné stohování palet. Tento model má oproti prvnímu čelnímu VZV robustnější konstrukci o hmotnosti 4 540 kg a jeho průjezdní výška činí 2 630 mm, čímž akorát zvládne projet hlavními vraty od skladu v Husinci. Tato robustnější konstrukce je značnou nevýhodou, jelikož betonová podlaha v husineckém skladu není tak pevná jako v Těšovicích a pod koly vozíku značně degraduje. Tento vozík je využíván především k vykládkám a nakládkám nákladních vozidel, pro manipulaci s betonovými prefabrikáty, které jsou uskladněny po husineckém areálu. Taktéž je využíván pro delší pojezdy, jako je například převážení zboží mezi skladovací halou a plachtovými sklady. Vozík je rok výroby 2003. Za 20 let svého provozu najezdil 18 000 motohodin a na jeho stavu se to výrazně podepisuje. Pravidelně tomuto vozíku unikají provozní

kapaliny, železné prvky na jeho konstrukci jsou zrezlé a podobně jako v případě vozíku BT – C4D 200 D neposkytuje žádanou spolehlivost. Linde H 30 D lze vidět na Obrázku 17.



**Obrázek 17 - Čelní VZV Linde H 30 D (Zdroj: Autor)**

### **2.3.2 Shrnutí aktuálního stavu manipulačních zařízení**

V současné době společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o. disponuje dostatečným množstvím manipulačních zařízení, které jsou schopné upotřebit poptávku po jejich logistických službách. Co se týče typů manipulační techniky, veškeré úkony, které potřebují operátoři ve skladu vykonávat, jsou schopni zvládnout se současným vybavením.

Nedostatkem v souboru manipulačních zařízení jsou dozajista čelní VZV, a to jak BT – C4D 200 D využívaný v logistickém komplexu v Těšovicích, tak Linde H 30 D, se kterým se pracuje v husineckém areálu. Hlavní nevýhodou těchto dvou čelních VZV je jejich stáří, ze kterého pramení vysoká nespolehlivost. Další nevýhodou je vysoká hmotnost vozíku Linde H 30 D, který svou robustní konstrukcí ničí podlahu ve skladu v Husinci, čímž následně zhoršuje pracovní podmínky pro ručně vedené VZV a nízkozdvíhový vozík. Tato manipulační zařízení potřebují ke správnému fungování pevnou a rovnou podlahu, jinak není možné jejich potenciál využít na maximum. Dalším nedostatkem je dieselový pohon obou čelních VZV. Oba jsou využívány pro manipulaci ve skladových halách, které znečišťují výfukovými plyny. Negativní dopad dieselového pohonu je ovšem diskutabilní, jelikož přináší značné výhody při provozu ve vnějších prostorech na delší vzdálenost a díky svému vyššímu výkonu oproti čelním VZV s akumulátorem je vhodnější pro manipulaci s těžkými betonovými prefabrikáty.

## 3 VÝBĚR MANIPULAČNÍHO ZAŘÍZENÍ

Třetí kapitola se věnuje samotnému výběru manipulačního zařízení ze souboru o více variantách pomocí vícekritériálního rozhodování. Na začátku kapitoly jsou představeny jednotlivé varianty se stručným popisem, následně jsou popsána kritéria, která bere analýza v potaz. Posléze ve výpočetní části bude využita Saatyho metoda pro stanovení vah kritérií a metoda TOPSIS pro stanovení hodnoty variant. Veškeré výpočty probíhají v programu MS Excel. Závěrem kapitoly je vyhodnocení výsledků jednotlivých výpočtů.

Z analýzy současného stavu manipulačního zařízení ve společnosti KŮTA LOGISTIK s.r.o. jasně vyplývá, že modernizace by měla proběhnout na poli čelních VZV. Výběru konkrétního manipulačního zařízení, tedy čelního VZV, se věnuje následující kapitola 3 – Výběr manipulačního zařízení.

### 3.1 Uvažované varianty

Sestavení souboru uvažovaných variant probíhalo na základě domluvy s jedním z jednatelů společnosti. Jednatelem společnosti bylo požadováno, aby uvažované varianty sestávaly z použitých nebo repasovaných čelních VZV. K tomuto kroku se přistoupilo především z důvodu snížení pořizovací ceny. Soubor uvažovaných variant je tedy sestaven na základě nabídky společnosti VZV GROUP s.r.o., která se specializuje na prodej použitých VZV. Jelikož má KŮTA LOGISTIK s.r.o. pozitivní zkušenost s předešlým nákupem manipulační techniky, konkrétně s nákupem ručně vedených VZV, od VZV GROUP s.r.o., byla tato společnost jediná, od které jednatel společnosti varianty vybíral.

#### 3.1.1 Varianta č. 1 – Toyota 02-8FDF25

Čelní VZV Toyota 02-8FDF25 (v tabulkách označen V1) je ideální variantou pro venkovní použití, jelikož je poháněn dieselovým motorem. Tento vozík má výhodu provozu v jakémkoli počasí, jelikož má uzavíratelnou řídicí kabinu. Je vybaven zvedacím zařízením TRIPLEX. „*TRIPLEX je ideální volbou, pokud je vozík vystaven situacím zvedání břemen do čtyř metrů a více a současně je vyžadována nízká průjezdní výška vozíku.*“ (Prodej VZV | VZV.cz, 2023) Tento vozík je dále vybaven bočním posuvem, což výrazně usnadňuje manipulaci tím, že umožňuje posunout obě nosné vidle zároveň doleva i doprava. Hydraulicky stavitelné vidle též umožňují změnu rozteče mezi nosnými vidlemi. Vozík je po repasi. (Prodej VZV | VZV.cz, 2023)

**Tabulka 1** - Parametry a specifikace Toyota 02-8FDF25

TOYOTA 02-8FDF25	
Výrobce	Toyota
Cena (Kč)	739 000
Nosnost (kg)	2 500
Výška zdvihu (mm)	4 300
Pohon	Diesel
Průjezdni výška (mm)	2 080
Motohodiny	1 667
Rok výroby	2 019
Hmotnost (kg)	4 040
Technický stav	**

Zdroj: Autor dle Prodej VZV | VZV.cz (2023)

### 3.1.2 Varianta č. 2 – Toyota 8FBMT20

Čelní VZV Toyota 8FBMT20 (v tabulkách označen V2) je poháněn elektromotorem, která čerpá energii z akumulátoru o kapacitě 750 Ah. Tento vozík se hodí především pro manipulaci ve vnitřních prostorech, jelikož je díky elektromotoru šetrný k okolnímu prostředí a produkuje nulové emise. Do vnitřních prostor se hodí i pro svou menší konstrukci, tudíž snadno projede místy s omezenou výškou. Vozík má zvedací zařízení DUPLEX. Kromě toho je vozík vybaven bočním posuvem, což umožňuje současné posunutí obou vidlí vlevo i vpravo a usnadňuje tak manipulaci s nákladem. Vozík je po repasi. (Prodej VZV | VZV.cz, 2023)

**Tabulka 2** - Parametry a specifikace Toyota 8FBMT20

TOYOTA 8FBMT20	
Výrobce	Toyota
Cena (Kč)	355 000
Nosnost (kg)	2 000
Výška zdvihu (mm)	3 000
Pohon	AKU
Průjezdni výška (mm)	2 060
Motohodiny	8 340
Rok výroby	2 009
Hmotnost (kg)	3 690
Technický stav	**

Zdroj: Autor dle Prodej VZV | VZV.cz (2023)

### 3.1.3 Varianta č.3 – Toyota 42-FGF18

Čelní VZV Toyota 42-FGF18 (v tabulkách označen V3) je vybavena LPG motorem, je tedy ideálním strojem pro manipulaci ve vnitřních i vnějších prostorech. LPG pohon je podobně jako AKU pohon ekologický a úsporný, ovšem vozíky vybavené LPG mají oproti AKU větší výkon. Vozík je vybaven zvedacím zařízením TRIPLEX, což umožňuje současné posunutí

obou vidlí vlevo i vpravo a usnadňuje tak manipulaci s nákladem. Je navíc vybaven hydraulicky stavitelnými vidlemi, díky kterým je možné měnit rozteč mezi nosnými vidlemi. Vozík je repasován. (Prodej VZV | VZV.cz, 2023)

**Tabulka 3** - Parametry a specifikace Toyota 42-FGF18

TOYOTA 42-FGF18	
Výrobce	Toyota
Cena (Kč)	289 000
Nosnost (kg)	1 750
Výška zdvihu (mm)	4 300
Pohon	LPG
Průjezdni výška (mm)	2 060
Motohodiny	9 893
Rok výroby	2 000
Hmotnost (kg)	3 150
Technický stav	***

Zdroj: Autor dle Prodej VZV | VZV.cz (2023)

### 3.1.4 Varianta č. 4 – Jungheinrich DFG 425S

Čelní VZV Jungheinrich DFG 425s (v tabulkách označen V4) se nejlépe hodí pro použití venku, jelikož je poháněn spalovacím motorem. Jeho výhodou je schopnost provozu v jakémkoliv počasí a jednoduché a rychlé doplňování paliva. Vozík má zvedací zařízení TRIPLEX o celkové výšce 4 700 mm, což výrazně usnadňuje manipulaci tím, že umožňuje posunout obě nosné vidle zároveň doleva i doprava. Vozík je po repasi. (Prodej VZV | VZV.cz, 2023)

**Tabulka 4** - Parametry a specifikace Jungheinrich DFG 425s

Jungheinrich DFG 425s	
Výrobce	Jungheinrich
Cena (Kč)	629 000
Nosnost (kg)	2 500
Výška zdvihu (mm)	4 700
Pohon	Diesel
Průjezdni výška (mm)	2 200
Motohodiny	3 925
Rok výroby	2 019
Hmotnost (kg)	4 094
Technický stav	***

Zdroj: Autor dle Prodej VZV | VZV.cz (2023)

### 3.1.5 Varianta č.5 – Jungheinrich EFG 540 k

Čelní VZV Jungheinrich EFG 540 k (v tabulkách označen V5) je poháněn elektromotorem, která čerpá energii z 80V baterie. Tento vozík se hodí především k manipulaci ve vnitřních prostorech, jelikož je díky elektromotoru šetrný k okolnímu prostředí a produkuje

mulové emise. Přestože má vozík AKU pohon, jeho výška zdvihu dosahuje 4 700 mm a maximální nosnost je 3 640 kg. Vozík má zvedací zařízení TRIPLEX. Kromě toho je vozík vybaven bočním posuvem, což umožňuje posunutí obou nosných vidlí současně doleva a doprava, což výrazně usnadňuje manipulaci s nákladem. Vozík je po repasi. (Prodej VZV | VZV.cz, 2023)

**Tabulka 5** - Parametry a specifikace Jungheinrich EFG 540 k

Jungheinrich EFG 540 k	
Výrobce	Jungheinrich
Cena (Kč)	709 000
Nosnost (kg)	3 640
Výška zdvihu (mm)	4 700
Pohon	AKU
Průjezdni výška (mm)	2 320
Motohodiny	12 826
Rok výroby	2 016
Hmotnost (kg)	7 409
Technický stav	***

Zdroj: Autor dle Prodej VZV | VZV.cz (2023)

### 3.1.6 Varianta č. 6 – Jungheinrich TFG 425s

Čelní VZV Jungheinrich TFG 425s (v tabulkách označen V6) je vybaven LPG motorem, je tedy ideálním strojem pro manipulaci ve vnitřních i vnějších prostorech. LPG pohon tohoto vozíku je nejen ekologický, ale také velmi úsporný. Tento vozík je vybaven zvedacím zařízením TRIPLEX, které dosahuje celkové výšky 6 500 mm. Kromě toho je vysokozdvihový vozík vybaven bočním posuvem, což výrazně usnadňuje manipulaci tím, že umožňuje posunout obě nosné vidle zároveň doleva i doprava. Vozík je repasován. (Prodej VZV | VZV.cz, 2023)

**Tabulka 6** - Parametry a specifikace Jungheinrich TFG 425s

Jungheinrich TFG 425s	
Výrobce	Jungheinrich
Cena (Kč)	421 000
Nosnost (kg)	2 500
Výška zdvihu (mm)	6 500
Pohon	LPG
Průjezdni výška (mm)	2 870
Motohodiny	7 415
Rok výroby	2 016
Hmotnost (kg)	4 464
Technický stav	***

Zdroj: Autor dle Prodej VZV | VZV.cz (2023)



### 3.1.7 Varianta č. 7 – Linde H 25 D-02

Čelní VZV Linde H25 D-02 (v tabulkách označen V7) je vybaven dieselovým pohonem, je tedy ideální k provozu ve venkovním prostředí. Jednou z výhod je schopnost provozování za jakéhokoli počasí, protože je vybaven uzavřenou kabinou. Vozík disponuje zvedacím zařízením DUPLEX s volným zdvihem a o celkové výšce 4 000 mm. Volný zdvih je výhodou při manipulaci v místech s omezenou výškou. Vozík není vybaven postranním posuvem vidlic. Vozík je repasovaný. (Prodej VZV | VZV.cz, 2023)

**Tabulka 7** - Parametry a specifikace Linde H 25 D-02

Linde H 25 D-02	
Výrobce	Linde
Cena (Kč)	499 000
Nosnost (kg)	2 500
Výška zdvihu (mm)	4 000
Pohon	Diesel
Průjezdni výška (mm)	2 600
Motohodiny	8 345
Rok výroby	2 015
Hmotnost (kg)	3 710
Technický stav	***

Zdroj: Autor dle Prodej VZV | VZV.cz (2023)

### 3.1.8 Varianta č. 8 – Linde E 25 L-01

Čelní VZV Linde E 25 L-01 (v tabulkách označen V8) je poháněn elektrickým motorem s baterií o kapacitě 625 Ah. Tento vozík se hodí především k manipulaci ve vnitřních prostorech, jelikož je díky elektromotoru šetrný k okolnímu prostředí a produkuje nulové emise. Provoz AKU VZV je ekologický a má nízké provozní náklady. Vozík má zvedací zařízení TRIPLEX o celkové výšce 5 000 mm. Je navíc vybaven bočním posuvem, který umožňuje posouvání obou nosných vidlí zároveň doleva a doprava a tím významně usnadňuje manipulaci. (Prodej VZV | VZV.cz, 2023)

**Tabulka 8** - Parametry a specifikace Linde E 25 L-01

Linde E 25 L-01	
Výrobce	Linde
Cena (Kč)	819 000
Nosnost (kg)	2 500
Výška zdvihu (mm)	5 000
Pohon	AKU
Průjezdni výška (mm)	2 300
Motohodiny	4 932
Rok výroby	2 013
Hmotnost (kg)	5 031
Technický stav	****

Zdroj: Autor dle Prodej VZV | VZV.cz (2023)

### 3.1.9 Varianta č. 9 – Linde H 25 T

Čelní VZV Linde H 25 T (v tabulkách označen V9) je vybaven LPG motorem, je tedy ideálním strojem pro manipulaci ve vnitřních i vnějších prostorech. LPG pohon tohoto vozíku je nejen ekologický, ale také velmi úsporný. Vozík má zvedací zařízení TRIPLEX o celkové výšce 4 950 mm. Je navíc vybaven bočním posuvem, který umožňuje posouvání obou nosných vidlí zároveň doleva a doprava a tím významně usnadňuje manipulaci. (Prodej VZV | VZV.cz, 2023)

**Tabulka 9** - Parametry a specifikace Linde H 25 T

Linde H 25 T	
Výrobce	Linde
Cena (Kč)	469 000
Nosnost (kg)	2 500
Výška zdvihu (mm)	4 950
Pohon	LPG
Průjezdni výška (mm)	2 280
Motohodiny	2 808
Rok výroby	2 005
Hmotnost (kg)	4 320
Technický stav	****

Zdroj: Autor dle Prodej VZV | VZV.cz (2023)

### 3.1.10 Souhrn uvažovaných variant

Celkem bylo jednatelem společnosti vybráno 9 variant. Od každého výrobce byly zvoleny 3 modely, od každého pohonu jedno VZV. Jsou tedy uvažovány 3 varianty s dieselovým pohonem, 3 varianty s AKU pohonem a 3 varianty s LPG pohonem.

Kompletní seznam uvažovaných variant se všemi uvažovanými kritérii lze vidět v Tabulce 10.

**Tabulka 10 - Souhrn variant**

Souhrn variant		Varianty								
		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
Kritéria	Cena (Kč)	739 000	355 000	289 000	629 000	709 000	421 000	499 000	819 000	469 000
	Nosnost (kg)	2 500	2 000	1 750	2 500	3 640	2 500	2 500	2 500	2 500
	Výška zdvihu (mm)	4 300	3 000	4 300	4 700	4 700	6 500	4 000	5 000	4 950
	Pohon	Diesel	AKU	LPG	Diesel	AKU	LPG	Diesel	AKU	LPG
	Průjezd. výška (mm)	2 082	2 060	2 060	2 200	2 320	2 870	2 600	2 300	2 280
	Motohodiny	1 667	8 340	9 893	3 925	12 826	7 415	8 345	4 932	2 808
	Rok výroby	2 019	2 009	2 000	2 019	2 016	2 016	2 015	2 013	2 005
	Hmotnost (kg)	4 040	3 690	3 150	4 094	7 409	4 464	3 710	5 031	4 320
	Technický stav	**	**	***	***	***	***	***	****	****

Zdroj: Autor dle Prodej VZV | VZV.cz (2023)

### 3.2 Soubor jednotlivých kritérií

V následující kapitole jsou popsána jednotlivá uvažovaná kritéria. Ke kritériím, která nejsou z podstaty kvantifikační, jsou vytvořeny tabulky s bodovací stupnicí. Mezi jednotlivými kritérii ve výpočtu není uvažován rok výroby, jelikož pro jednatele společnosti jsou směřodatnější motohodiny a počet hvězdiček, které o technickém stavu VZV vypovídají více. Dále také není mezi kritéria zařazena záruční doba, protože společnost VZV GROUP s.r.o. garantuje na všechny repasované vozíky záruční dobu 12 měsíců.

#### 3.2.1 Cena

Cena je jedním z nejdůležitějších kritérií, které jsou v souboru uvažovány. Jednatel společnosti stanovil, že výsledná varianta nesmí překročit hranici pořizovací ceny 800 000 Kč. U jedné varianty byla maximální přípustná cena překročena o 4 %, tedy o 20 000 Kč, jelikož zbylé parametry byly pro jednatele společnosti zásadnější než nedodržení stanoveného cenového stropu. Veškeré hodnoty, které jsou uvedeny u kritéria ceny, jsou bez připočtení DPH. Cena je ze své podstaty minimalizačním kritériem.

#### 3.2.2 Výrobce

Preference produktů jednotlivých výrobců je čistě subjektivním kritériem. S jednatelem společnosti bylo dohodnuto, že budou uvažováni tři výrobci, kterým podle svého subjektivního uvážení přidělil body podle preference. Kardinální ohodnocení je přiděleno podle bodovací metody se stupnicí 1-10. Jelikož jednatel společnosti výrazně nepreferuje žádného výrobce,

jsou rozestupy minimální. V průběhu výpočtu metody TOPSIS jsou hodnoty normalizované váhou daného kritéria. Výrobci a jejich body jsou uvedeny v tabulce 11.

**Tabulka 11** - Počet bodů – výrobci

Výrobce	Body
Toyota	2
Jungheinrich	3
Linde	1

Zdroj: Autor

### 3.2.3 Hmotnost

Hmotnost vozíku udává jeho aktuální provozní hmotnost bez nákladu. Hmotnost se standartně udává v kilogramech. Kritérium hmotnost je minimalizační, jelikož čím hmotnější vozík je, tím více degraduje podlaha pod ním.

### 3.2.4 Průjezdni výška

Průjezdni výška u čelních VZV udává hodnotu výšky samotného zařízení ve chvíli, kdy má nosné vidlice u země. Průjezdni výška z pohledu společnosti udává výšku volného prostoru, který je nezbytný pro bezpečný průjezd vozíku. Průjezdni výška u čelních VZV se udává v milimetrech. Průjezdni výška je v tomto případě kritérium minimalizační. Jednatelem společnosti byla stanovena maximální průjezdni výška, které může VZV dosahovat na 3 000 mm. Této hodnotě se blíží pouze jedna varianta.

### 3.2.5 Pohon

V uvažovaných variantách se lze setkat se třemi druhy pohonu. Prvním je diesellový pohon, který se hodí pro práci ve venkovním prostředí, jelikož tento druh pohonu produkuje škodlivé výfukové plyny. Diesellové vozíky se vyznačují delším dojezdem a doplnění paliva je u nich snadnější než u LPG a AKU. Druhým typem pohonu je AKU. AKU pohon se hodí při práci v uzavřených prostorech, jelikož neprodukuje žádné výfukové plyny a je tedy ekologicky čistý. Další výhodou elektromotoru je nízká hlučnost, avšak vozíky s elektromotorem mají zpravidla nižší dojezd než ty pohonem diesellovým. Posledním typem pohonu je LPG, které se vyznačuje svou univerzálností. LPG pohon je vhodný pro vnitřní i vnější prostředí, jelikož produkuje čisté výfukové plyny a jeho dojezd může být srovnatelný s diesellovým.

Po dohodě s jednatelem společnosti byly druhy pohonu kvantifikovány, podobně jako kritérium výrobce, pomocí bodovací metody se škálou 1-10. Druhům pohonu jednatel přidělil body podle své subjektivní preference. Přidělené body zobrazuje tabulka 12. V průběhu metody TOPSIS jsou hodnoty normalizované váhou daného kritéria. Nejvyššího počtu bodů dosáhl

LPG pohon, jelikož je univerzální a ekologický, což se nejvíce hodí pro podmínky společnosti. Na druhém místě preference je v tabulce umístěn AKU pohon, a to hlavně z důvodu, že se společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o. snaží přejít na ekologičtější provoz. Nejméně bodů získal diesellový pohon, jelikož není vhodný pro provoz ve vnitřních prostorech.

**Tabulka 12** - Počet bodů – pohon

Pohon	Body
Diesel	3
AKU	5
LPG	7

Zdroj: Autor

### 3.2.6 Nosnost

Nosnost v kontextu manipulačního zařízení znamená maximální přípustné zatížení, které jím lze zvedat nebo přenášet bez ohrožení stability nebo bezpečnosti. V případě nedodržování maximální předepsané nosnosti může dojít k poškození manipulačního zařízení, v horších případech k ublížení na zdraví přítomných osob. Nosnost je brána za kritérium maximalizační, jelikož čím větší břemeno zařízení uzvedne, tím vyšší je jeho pracovní flexibilita. Toto kritérium je udáváno standardně v kilogramech. Minimální nosnost byla jednatelem společnosti stanovena na 2 000 kg. Vozík na LPG od výrobce Toyota se přes nesplnění této hranice zařadil do souboru variant na přání jednatele společnosti.

### 3.2.7 Motohodiny

Motohodiny udávají, kolik hodin byl stroj za svou dosavadní životnost nastartován. Protože společnost vyslovila žádost k nákupu použitého stroje, stávají se motohodiny důležitým kritériem, které by v případě nákupu nového zařízení nepřipadalo v úvahu. Motohodiny jsou kritériem minimalizačním. Jednatel společnosti nestanovil žádnou maximální hodnotu motohodin.

### 3.2.8 Výška zdvihu

V oblasti manipulačních zařízení, a tedy i čelních VZV, je výška zdvihu chápána jako maximální hodnota, o kterou může být břemeno zvednuté ze země. U čelních VZV tato hodnota konkrétně udává, do jaké výšky je vozík schopen zvednout vidlice. Výška zdvihu je většinou udávána v milimetrech. Kritérium je maximalizační, protože čím výše je zařízení schopno vyzvednout břemeno, tím se stává flexibilnějším v možnostech vykonávaných činností. Minimální výška zdvihu byla jednatelem společnosti stanovena na 3 000 mm.

### 3.2.9 Technický stav

Prodejce VZV GROUP s.r.o. ke každému čelnímu VZV, které nabízí v katalogu, udává kritérium tzv. technický stav. Technický stav prodejce udává v počtu hvězdiček, jejichž počet vzestupně ukazuje na lepší technický stav manipulačního zařízení. Technický stav je kritérium maximalizační. Po spolupráci s jednatelem společnosti KÚTA LOGISTIK s.r.o. byly hvězdičky přepsány do následující bodové škály, na základě jeho subjektivního uvážení, uvedené v Tabulce 13. Shodně jako u kritéria výrobce a pohon byla ke kardinálnímu ohodnocení využita bodovací metoda. V průběhu výpočtu metody TOPSIS jsou hodnoty normalizované váhou daného kritéria.

**Tabulka 13** - Přepoččet hvězdiček na body

Počet hvězdiček	Body
**	5
***	7
****	9

Zdroj: Autor

### 3.3 Stanovení vah jednotlivých kritérií pomocí Saatyho metody

Princip a postup výpočtu Saatyho metody je popsán v kapitole 1.3.3 Stanovení kritérií hodnocení, metody určení jejich vah. K Saatyho metodě pro stanovení vah jednotlivých kritérií bylo přistoupeno, protože rozhodovatel, v tomto případě jednatele společnosti, kteří vyplňují hodnoty do Saatyho matice, disponují kardinální informací. Tedy jsou schopni určit rozestupy v pořadí preferencí mezi jednotlivými kritérii, což je výhodou Saatyho metody oproti metodě pořadí. Tuto výhodu poskytuje i metoda bodovací nebo metoda alokace 100 bodů, ale pouze v případě Saatyho metody má rozhodovatel posléze k dispozici prostředek k dopočítání konzistence vstupní matice, čímž je docílena vyšší objektivnost celého výpočtu.

Saatyho metoda je podobně jako Fullerova metoda založena na principu párového srovnání. Ale Fullerova metoda je využívána v případě, že rozhodovatel disponuje ordinální informací, není tedy schopen stanovit rozestupy v preferencích jednotlivých kritérií. Saatyho metoda rozhodovateli umožňuje stanovit konkrétní rozestup a rozhodovatel má tedy přehled, o kolik více preferuje jedno kritérium před druhým. Další nevýhodou Fullerovy metody je, že rozhodovatel musí vždy upřednostnit jedno kritérium před druhým, tudíž nemůže přidělit dvěma kritériím stejnou váhu.

Jednotlivým kritériím byly, pro větší přehlednost tabulek s výpočty, přiděleny značky K1-K9. Toto rozdělení lze vidět v tabulce 14.

**Tabulka 14** - Legenda k jednotlivým kritériím

K1	Cena
K2	Výrobce
K3	Hmotnost
K4	Průjezdni výška
K5	Pohon
K6	Nosnost
K7	Motohodiny
K8	Výška zdvihu
K9	Technický stav

Zdroj: Autor

- **Vyplnění Saatyho matice, kontrola konzistence**

Saatyho matici společně vyplňovali dva jednatelé společnosti, jeden z oddělení skladového hospodářství, druhý z ekonomického oddělení společnosti. V tabulce číslo 15 lze vidět jejich rozdělení preferencí k jednotlivým kritériím.

**Tabulka 15** - Vyplněná Saatyho matice

Saatyho matice	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
K1	1	7	5	5	3	3	1	3	3
K2	1/7	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/5	1/3
K3	1/5	3	1	1/5	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5
K4	1/5	3	5	1	1/3	1/3	1/5	1/5	1/5
K5	1/3	3	7	3	1	1	1/3	1	1/5
K6	1/3	3	7	3	1	1	1	3	1
K7	1	5	7	5	3	1	1	3	1
K8	1/3	5	5	5	1	1/3	1/3	1	1/3
K9	1/3	3	5	5	5	1	1	3	1

Zdroj: Autor

K Saatyho matici je třeba dopočítat konzistenci, která je dána tzv. indexem relativní konzistence. Konzistenci je nutné počítat především při velkém počtu kritérií, kdy se může stát, že rozhodovatel stanoví takové hodnoty, že nezachová konzistenci podílů vah jednotlivých

kritérií. K výpočtu indexu relativní konzistence byly využity vzorečky 9 a 10 z kapitoly 1.3.3 Stanovení kritérií hodnocení, metody určení jejich vah.

Pro výpočet maximálního vlastního čísla  $\lambda_{\max}$  Saatyho matice byla využita online kalkulačka dostupná na webu matrixcalc.org. Hodnota RI byla zjištěna z tabulkových hodnot dostupných na researchgate.net. Výsledné hodnoty výpočtu konzistence lze vidět v tabulce 16.

**Tabulka 16** - Výpočet konzistence

Výpočet konzistence	
$\lambda_{\max}$	10,114
n	9
CI	0,139
RI	1,45
CR	0,09603

Zdroj: Autor

Jak je z tabulky 16 patrné, výsledná hodnota indexu relativní konzistence činí 0,96, je tedy menší než 0,1, z čehož vyplývá, že Saatyho matice je dostatečně konzistentní a způsobilá k dalším výpočtům.

- **Výpočet vah kritérií**

Po sestavení konzistentní Saatyho matice lze přistoupit k výpočtu jednotlivých vah kritérií. K výpočtu jednotlivých hodnot v tabulce 17 byly využity vzorečky 5–8, které lze nalézt v kapitole 1.3.3 Stanovení kritérií hodnocení, metody určení jejich vah.

**Tabulka 17** - Výpočet vah kritérií

Výpočet vah kritérií	$S_i$	$R_i$	Výsledné váhy ( $v_i$ )
<b>K1</b>	14 175	2,893	0,244
K2	0,00002	0,306	0,026
K3	0,00001	0,289	0,024
K4	0,00267	0,518	0,044
K5	1,4	1,038	0,087
K6	63	1,585	0,133
<b>K7</b>	1 575	2,266	0,191
K8	1,543	1,049	0,088
<b>K9</b>	375	1,932	0,163
	$\sum R_i$	11,875	$\sum v_i$ 1,000

Zdroj: Autor

Z tabulky lze vyčíst, že kritériem s největší vahou je cena, následováno je stavem motohodin. Třetím nejvýznamnějším kritériem je technický stav. Velmi nízké jsou váhy kritérií



hmotnosti a výrobce. Pro kontrolu správnosti výsledných vah je tabulka doplněna o součet všech vah, který se rovná hodnotě 1. Výsledné váhy budou dále využity v metodě TOPSIS v kapitole 3.4 Stanovení hodnot variant pomocí metody TOPSIS.

### 3.4 Stanovení hodnot variant pomocí metody TOPSIS

Metoda TOPSIS byla vybrána, jelikož rozhodovateli ve výsledku poskytne kompletní pořadí všech uvažovaných variant. To je v případě této práce výhodné, jelikož společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o. uvažuje o nákupu nového čelního VZV pro obě svá pracoviště. Výhodou TOPSIS je také její objektivita, jelikož využívá matematického postupu, čímž částečně eliminuje subjektivní vlivy rozhodování. Další výhodou je, že rozhodovatel je schopen pomocí metody TOPSIS porovnat větší množství variant v relativně krátkém čase. Významným důvodem pro využití metody TOPSIS je autorovo bližší seznámení s jejím postupem z předchozích zkušeností.

Metoda funguje na principu srovnání s ideální a anti-ideální tzv. bazální variantou. Poskytuje celkové pořadí na základě relativního ukazatele  $c_i$ . Podrobnější informace o metodě TOPSIS lze nalézt v kapitole 1.3.4 Metody stanovení hodnoty variant.

Samotné metodě TOPSIS předchází vytvoření kritériální matice, ve které jsou všechna kritéria převedena do povahy maximalizační pomocí vzorce 17. Taktéž jsou v kritériální matici převedena nekvantifikovatelná kritéria na kvantifikovatelná pomocí tabulek 11, 12 a 13. Sestavenou kritériální matici zobrazuje tabulka 18.

**Tabulka 18** - Kritériální matice s maximalizačními kritérii

Kritériální matice		Kritéria								
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Varianty	V1	-739 000	2	-4 040	-2 082	3	2 500	-1 667	4 300	5
	V2	-355 000	2	-3 690	-2 060	5	2 000	-8 340	3 000	5
	V3	-289 000	2	-3 150	-2 060	7	1 750	-9 893	4 300	7
	V4	-629 000	3	-4 094	-2 200	3	2 500	-3 925	4 700	7
	V5	-709 000	3	-7 409	-2 320	5	3 640	-12 826	4 700	7
	V6	-421 000	3	-4 464	-2 870	7	2 500	-7 415	6 500	7
	V7	-499 000	1	-3 710	-2 600	3	2 500	-8 345	4 000	7
	V8	-819 000	1	-5 031	-2 300	5	2 500	-4 932	5 000	9
	V9	-469 000	1	-4 320	-2 280	7	2 500	-2 808	4 950	9
	Povaha kritéria	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX

Zdroj: Autor

Prvním krokem je vytvoření normalizované kritériální matice  $\mathbf{R} = (r_{ij})$  podle vzorce 18. Druhým krokem je převedení normalizované kritériální matice  $\mathbf{R}$  na váženou

normalizovanou matici  $Z = (z_{ij})$  podle vzorce 19. Tyto dva kroky byly provedeny naráz a vznikla vážená normalizovaná matice  $Z$  viz. tabulka 19.

**Tabulka 19** - Vážená normalizovaná matice  $Z$

Vážená normalizovaná matice $Z$		Kritéria								
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Varianty	V1	-0,105	0,008	-0,007	-0,013	0,017	0,044	-0,014	0,027	0,038
	V2	-0,050	0,008	-0,006	-0,013	0,028	0,035	-0,071	0,019	0,038
	V3	-0,041	0,008	-0,005	-0,013	0,039	0,031	-0,084	0,027	0,053
	V4	-0,089	0,012	-0,007	-0,014	0,017	0,044	-0,033	0,029	0,053
	V5	-0,100	0,012	-0,013	-0,015	0,028	0,064	-0,109	0,029	0,053
	V6	-0,060	0,012	-0,008	-0,018	0,039	0,044	-0,063	0,041	0,053
	V7	-0,071	0,004	-0,006	-0,016	0,017	0,044	-0,071	0,025	0,053
	V8	-0,116	0,004	-0,009	-0,015	0,028	0,044	-0,042	0,031	0,069
	V9	-0,066	0,004	-0,008	-0,014	0,039	0,044	-0,024	0,031	0,069
	Povaha kritéria	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
	Hodnota váhy	0,244	0,026	0,024	0,044	0,087	0,133	0,191	0,088	0,163
	$\sqrt{\sum x_{ij}^2}$	1 723 645,265	6,481	13 754,238	6 966,321	15,780	7 603,427	22 515,519	14 068,138	21,378

Zdroj: Autor

Druhý krok sestává z tvorby ideální (H) a bazální (D) varianty z prvků vážené normalizované matice  $Z$ . K tomuto kroku byly využity vzorce 20 a 21. Ve chvíli, kdy jsou všechna kritéria maximalizační stačí nalézt pro tvorbu optimální varianty prvek s nejvyšší hodnotou. Pro nalezení bazální varianty je třeba nalézt prvek s nejmenší hodnotou. Výslednou ideální a bazální variantu zobrazuje tabulka 20.

**Tabulka 20** - Hodnoty ideální a bazální varianty

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
H	-0,041	0,012	-0,005	-0,013	0,039	0,064	-0,014	0,041	0,069
D	-0,116	0,004	-0,013	-0,018	0,017	0,031	-0,109	0,019	0,038

Zdroj: Autor

Třetím krokem metody TOPSIS je výpočet vzdáleností jednotlivých variant od ideální ( $d^+$ ) a bazální varianty ( $d^-$ ) podle vzorců 22 a 23. Výsledné vzdálenosti lze vidět v tabulce 21.

**Tabulka 21** - Hodnoty vzdáleností od ideální a bazální varianty

	Vzdálenost od ideální varianty ( $d^*$ )	Vzdálenost od bazální varianty ( $d'$ )
V1	0,078	0,097
V2	0,075	0,077
V3	0,080	0,084
V4	0,063	0,084
V5	0,114	0,043
V6	0,058	0,082
V7	0,074	0,063
V8	0,084	0,077
V9	0,036	0,107

Zdroj: Autor

Posledním krokem je výpočet relativního ukazatele od bazální varianty, který se označuje  $c_i$ . K výpočtu relativního ukazatele od bazální varianty byl využit vzorec 24. Hodnota  $c_i$  poskytuje výsledné pořadí uvažovaných variant. Čím vyšší je hodnota  $c_i$ , tím vhodnější je daná varianta pro rozhodovatele. Konečné pořadí všech variant je znázorněno v tabulce 22.

**Tabulka 22** - Hodnoty relativního ukazatele od bazální varianty

	Relativní ukazatel od bazální varianty ( $c_i$ )
V1	0,5532
V2	0,5070
V3	0,5135
V4	0,5727
V5	0,2752
V6	0,5852
V7	0,4591
V8	0,4771
V9	0,7477

Zdroj: Autor

**Tabulka 23** - Výsledný žebříček variant

<b>Varianty</b>	<b><math>c_i</math></b>
Linde H 25 T	0,7477
Jungheinrich TFG 425s	0,5852
Jungheinrich DFG 425s	0,5727
TOYOTA 02-8FDF25	0,5532
TOYOTA 42-FGF18	0,5135
TOYOTA 8FBMT20	0,5070
Linde E 25 L-01	0,4771
Linde H 25 D-02	0,4591
Jungheinrich EFG 540 k	0,2752

Zdroj: Autor

Relativní ukazatel od bazální varianty vykazuje hodnoty od nuly do jedné. Bazální varianta má hodnotu nula a ideální varianta hodnotu jedna. Pokud neexistuje varianta s hodnotou jedna, pak nejvhodnější kompromisní varianta je ta s nejvyšším číslem podle zadaných kritérií. Z tabulky je patrné, že nejvyšší hodnoty, konkrétně 0,7477, dosahuje čelní VZV Linde H 25 T. Dle vybraných kritérií a zvolených vah lze tento model čelního VZV doporučit společnosti KŮTA LOGISTIK s.r.o. jako optimální kompromisní variantu. V případě, že by společnost plánovala koupit dva čelní VZV, je relevantní i druhá varianta v pořadí, konkrétně Jungheinrich TFG 425s s hodnotou  $c_i$  0,5852. Ale je třeba vzít v potaz i varianty třetí a čtvrté v pořadí, jelikož dosáhly velmi podobného výsledku.

## ZÁVĚR

V této bakalářské práci bylo cílem nalézt vhodné manipulační zařízení pro společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o. Na základě analýzy současného stavu manipulačních zařízení ve společnosti bylo zjištěno, že se potřeba modernizace manipulační techniky vyskytuje u čelních vysokozdvizných vozíků, které již těžko plní svůj účel spolehlivě, efektivně a bezpečně. K výběru nového čelního vysokozdvizného vozíku, za účelem modernizace technické základny společnosti KŮTA LOGISTIK s.r.o., bylo využito nástrojů vícekritériálního rozhodování. Celkem byly využity dvě ekonomicko-matematické metody. Jednou metodou byly stanoveny váhy jednotlivých kritérií – Saatyho metoda, druhá metoda byla využita pro stanovení hodnot jednotlivých variant – metoda TOPSIS.

Celkem bylo jednatelem společnosti vybráno 9 variant od tří různých výrobců. Od každého výrobce byl vybrán jeden model na dieselový, jeden na AKU a jeden model na LPG pohon. Všechny varianty byly vybrány od stejného prodejce, VZV GROUP s.r.o., který se specializuje na prodej repasované manipulační techniky.

V práci bylo zohledněno 9 kritérií, která byla stanovena s podporou jednatelů společnosti a na základě analýzy trhu vysokozdvizných vozíků. Mezi kritéria byla například zařazena cena nebo výška zdvihu. Vstupní hodnoty pro výpočet vah jednotlivých kritérií byly stanoveny dvěma jednatelem společnosti. Po dohodě s jednatelem společnosti kritéria rok výroby a záruční doba nebyly ve výpočtu zohledněny, jelikož rok výroby nebyl natolik relevantní při zohlednění kritérií motohodiny a technický stav. Záruční doba nebyla zohledněna, protože na všechny varianty prodejce poskytuje shodnou záruční dobu.

Ke konečnému výběru konkrétní varianty byla využita metoda TOPSIS, která se skládala ze tří kroků. Využití samotné metody předcházelo převedení veškerých kritérií na kvantifikační a zároveň jejich povahu na maximalizační. Následně bylo využito matematických operací ke zjištění, která uvažovaná varianta se nejvíce blíží ideálnímu řešení, jinak řečeno, která varianta dosahovala nejvyšší hodnoty relativního ukazatele od bazální varianty. Vítěznou variantou se stal model Linde H 25 T. Jelikož společnost KŮTA LOGISTIK s.r.o. má v plánu nakoupit dva vysokozdvizné vozíky, ale prodejce nabízí od každého modelu pouze jeden kus, tak musí uvažovat i nad modely, které skončily za vítěznou variantou. V tomto ohledu bylo využití metody TOPSIS ideální, jelikož poskytla kompletní pořadí všech devíti variant.

## POUŽITÁ LITERATURA

- CONE DESIGN Int. s.r.o. – Profesionální manipulační technika. 2023.** *CONE DESIGN Int. s.r.o. - Profesionální manipulační technika* [online] [Citace: 06. Březen 2023.] Dostupné z: <https://www.conedesign.cz/>.
- Fotr, Jiří a Švecová, Lenka. 2010.** *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje 2. přeprac. vyd.* Praha: Ekopress, 2010. 978-80-86929-59-0.
- Fotr, Jiří et al. 2016.** *Manažerské rozhodování.* Praha: Ekopress, 2016. 978-80-87865-33-0.
- Fotr, Jiří. 2006.** *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje. Vyd. 1.* Praha: Ekopress, 2006. 80-869-29-15-9.
- Gašparík, Miroslav. 2017.** *Manipulační a dopravní zařízení II.* Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2017. 978-80-213-2760-3.
- Grasseová, Monika, Mašlej, Miroslav a Brechta, Bohumil. 2010.** *Manažerské rozhodování: Teoretická východiska a praktické příklady.* Brno: Univerzita obrany, 2010. 978-80-7231-730-1.
- Hálek, Vítězslav. 2016.** *Management a marketing.* 2016. 978-80-260-9723-5.
- Křupka, Jiří, Kašparová, Miloslava a Renáta, Máchová. 2012.** *Rozhodovací procesy.* Pardubice: Univerzita Pardubice, 2012. 978-80-7395-478-9.
- Kůta Servis - Logistika, skladování a servis. 2023.** *Kůta Servis - Logistika, skladování a servis.* [Online] [Citace: 14. Březen 2023.]. Dostupné z: <https://www.kutaservis.cz/>.
- Mapy.cz. 2023.** *Mapy.cz.* [Online] [Citace: 15. Březen 2023.]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>.
- Mátl & Bula, spol s r.o. 2023.** *Mátl & Bula, spol s r.o.* [Online] [Citace: 06. Březen 2023.]. Dostupné z: <https://www.matl-bula.cz/>.
- Matrix Calculator. 2023.** *MatrixCalc.* [Online] [Citace: 06. Duben 2023.]. Dostupné z: <https://matrixcalc.org/vectors.html/>.
- Prodej VZV | VZV.cz. 2023.** *Prodej VZV | VZV.cz.* [Online] Copyright © VZV GROUP s.r.o. [Citace: 19. Březen 2023.]. Dostupné z: <https://www.vzv.cz/>.
- ResearchGate. 2023.** *ResearchGate.* [Online] [Citace: 06. Duben 2023.]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/Random-index-for-n15\\_tbl2\\_316736276/](https://www.researchgate.net/figure/Random-index-for-n15_tbl2_316736276/).
- Simple Lift s.r.o. - prodej a servis manipulační techniky. 2023.** *Simple Lift s.r.o. - prodej a servis manipulační techniky* [Online] [Citace: 06. Březen 2023.]. Dostupné z: <https://simplelift.cz/>.
- Syrový, Otakar. 1990.** *Stroje a zařízení v živočišné výrobě.* Praha: Praha SZN, 1990. 80-209-0084-5.

**Šubrt, Tomáš et al. 2011.** *Ekonomicko-matematické modely*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011. 978-80-7380-345-2.

**Tomeš, Rostislav. 2019.** *Metoda na zvýšení konzistence matice párových porovnání v Analytickém hierarchickém procesu*. jogsc.com. [Online] 2019. [Citace: 18. Únor 2023.]. Dostupné z: <http://jogsc.com/pdf/2019/1/metoda.pdf>. 2453-756X/.

**Typy manipulační techniky. 2011.** Seznam manipulační technika. *Seznam manipulační technika*. [Online] Copyright ©, 2011. [Citace: 4. Březen 2023.]. Dostupné z: <http://www.seznam-manipulacni-technika.cz/typy-manipulacni-techniky/>.

**Veber, Jaromír et al. 2009.** *Management*. Praha: Management Press, 2009. 978-80-726-1200-0

## SEZNAM TABULEK

<b>Tabulka 1</b> - Parametry a specifikace Toyota 02-8FDF25 .....	46
<b>Tabulka 2</b> - Parametry a specifikace Toyota 8FBMT20 .....	46
<b>Tabulka 3</b> - Parametry a specifikace Toyota 42-FGF18 .....	47
<b>Tabulka 4</b> - Parametry a specifikace Jungheinrich DFG 425s .....	47
<b>Tabulka 5</b> - Parametry a specifikace Jungheinrich EFG 540 k .....	48
<b>Tabulka 6</b> - Parametry a specifikace Jungheinrich TFG 425s.....	48
<b>Tabulka 7</b> - Parametry a specifikace Linde H 25 D-02 .....	49
<b>Tabulka 8</b> - Parametry a specifikace Linde E 25 L-01 .....	50
<b>Tabulka 9</b> - Parametry a specifikace Linde H 25 T.....	50
<b>Tabulka 10</b> - Souhrn variant .....	51
<b>Tabulka 11</b> - Počet bodů – výrobci.....	52
<b>Tabulka 12</b> - Počet bodů – pohon.....	53
<b>Tabulka 13</b> - Přepočítání hvězdiček na body.....	54
<b>Tabulka 14</b> - Legenda k jednotlivým kritériím.....	55
<b>Tabulka 15</b> - Vyplněná Saatyho matice.....	55
<b>Tabulka 16</b> - Výpočet konzistence .....	56
<b>Tabulka 17</b> - Výpočet vah kritérií .....	56
<b>Tabulka 18</b> - Kriteriační matice s maximalizačními kritérii .....	57
<b>Tabulka 19</b> - Vážená normalizovaná matice Z.....	58
<b>Tabulka 20</b> - Hodnoty ideální a bazální varianty .....	58
<b>Tabulka 21</b> - Hodnoty vzdáleností od ideální a bazální varianty .....	59
<b>Tabulka 22</b> - Hodnoty relativního ukazatele od bazální varianty.....	59
<b>Tabulka 23</b> - Výsledný žebříček variant.....	60



## SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obrázek 1</b> - Agregované dělení podle Simona (zdroj: autor dle Fotr et al., 2016) .....	12
<b>Obrázek 2</b> - Podrobná rozhodovací struktura (zdroj: autor dle Fotr et al., 2016) .....	15
<b>Obrázek 3</b> - Saatyho matice (zdroj: Šubrt et al., 2011 str. 175) .....	23
<b>Obrázek 4</b> - Dílčí funkce utility za jistoty (zdroj: Grasseová, Mašlej a Brechta, 2010 str. 100) .....	25
<b>Obrázek 5</b> - Plošinový přepravní vozík (zdroj: CONE DESIGN Int. s.r.o. – Profesionální manipulační technika, 2023) .....	30
<b>Obrázek 6</b> - Paletový vozík (zdroj: CONE DESIGN Int. s.r.o. – Profesionální manipulační technika, 2023) .....	31
<b>Obrázek 7</b> - Nízkozdvížený vozík (zdroj: Mátl & Bula, spol s r.o., 2023) .....	32
<b>Obrázek 8</b> - Čelní vysokozdvížený vozík (zdroj: Simple Lift s.r.o. - prodej a servis manipulační techniky, 2023) .....	32
<b>Obrázek 9</b> - Ručně vedený VZV (zdroj: Simple Lift s.r.o. - prodej a servis manipulační techniky, 2023) .....	33
<b>Obrázek 10</b> - Logistický komplex (zdroj: mapy.cz, 2023) .....	35
<b>Obrázek 11</b> - Plošinový vozík (Zdroj: Autor) .....	38
<b>Obrázek 12</b> - Paletový vozík s delšími vidlicemi (Zdroj: Autor) .....	39
<b>Obrázek 13</b> - Paletový vozík se standardními vidlicemi (Zdroj: Autor) .....	40
<b>Obrázek 14</b> - Nízkozdvížený AKU vozík STILL (Zdroj: Autor) .....	41
<b>Obrázek 15</b> - Ručně vedený VZV (Zdroj: Autor) .....	42
<b>Obrázek 16</b> - Čelní VZV BT – C4D 200 D (Zdroj: Autor) .....	43
<b>Obrázek 17</b> - Čelní VZV Linde H 30 D (Zdroj: Autor) .....	44

## SEZNAM ZKRATEK

PATTERN	Planning Assistance Through Technical Avaluation of Relevance Number Plánování asistence prostřednictvím technického hodnocení čísla relevance
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution Technika pro preferenci pořadí podle podobnosti s ideálním řešením
VZV	Vysokozdvížený vozík
EPAL	European Pallet Association Evropská paletová asociace
AKU	Akumulační elektrické spotřebiče
LPG	Liquified Petroleum Gas Zkapalněný ropný plyn
DPH	Daň z přidané hodnoty