

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní

**Výběr systému pro podporu logistiky ve výrobním podniku**  
**Renata Eliášová**

Bakalářská práce  
2019

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní  
Akademický rok: 2018/2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Renata Eliášová**  
Osobní číslo: **E160108**  
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Ekonomika a provoz podniku**  
Název tématu: **Výběr systému pro podporu logistiky ve výrobním podniku**  
Zadávací katedra: **Ústav podnikové ekonomiky a managementu**

### Zásady pro vypracování:

**Cílem práce je** vybrat systém podpory logistiky ve výrobním podniku na základě analýzy potřeb.

#### Osnova:

- Charakteristika podnikové logistiky
- Výběr vhodného subjektu nebo několika subjektů pro provedení analýzy
- Vyhledání několika systémů pro podporu logistiky
- Vyhodnocení a výběr systému podle požadavků vybraného subjektu

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**

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

Seznam odborné literatury:

**BASL, J., BLAŽÍČEK, R.** *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti. 3., aktualiz. a dopl. vyd.* Praha: Grada, 2012. 323 s. ISBN 978-80-247-4307-3.


**JIRSÁK, P., MERVART, M., VINŠ, M.** *Logistika pro ekonomy - vstupní logistika.* Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2012. 263 s. ISBN 978-80-7357-958-6.

**LUKOSZOVÁ, X.** *Logistické technologie v dodavatelském řetězci.* Praha: Ekopress, 2012. 121 s. ISBN 978-80-86929-89-7.

**PRŮŠA, P.** *Logistický management: cvičebnice : studijní opora.* Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013. 104 s. ISBN 978-80-7395-664-6.

**TOMEK, G., VÁVROVÁ, V.** *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci.* Praha: Grada, 2014. 366 s. ISBN 978-80-247-4486-5.

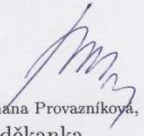
Vedoucí bakalářské práce:

  
**RNDr. Ing. Oldřich Horák, Ph.D.**

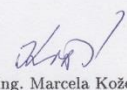
Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce: **3. září 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2019**

  
doc. Ing. Romana Provazníková, Ph.D.  
děkanka

L.S.

  
doc. Ing. Marcela Kožená, Ph.D.  
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 3. září 2018

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, 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. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 6. 2. 2019

Renata Eliášová

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce Mgr. Ing. Oldřichu Horákovi, Ph.D. za jeho odbornou pomoc a cenné rady, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat celé mé rodině a přátelům, kteří mě podporovali a byli mi nápomocni po celou dobu studia i při psaní této bakalářské práce.

## **ANOTACE**

Tato bakalářská práce se zabývá postupy vyhodnocení dotazníkového šetření za účelem návrhu systému pro podporu logistiky ve výrobním podniku. Úvodní část se věnuje pojmu podniková logistika a její charakteristice, pojmu logistický systém a jeho základnímu dělení. V další části dochází k představení pěti podniků, které vyhovovaly potřebám této práce, a pěti zvoleným logistickým systémům. Další část práce je věnována již samotnému vyhodnocení dotazníkového šetření a to pomocí vícekriteriálních metod rozhodování. V závěrečné části jsou shrnuty výsledky provedených metod vyhodnocení, na základě kterých je zvolen doporučující systém.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

podniková logistika, logistické systémy, informační systémy, dotazník, vícekriteriální rozhodování

## **TITLE**

Selection of a system to support logistics in manufacturing company

## **ANNOTATION**

This bachelor thesis is focused the questionnaire evaluation procedures for the purpose to select a logistics system for manufacturing company. The introductory chapter deals with the concept of business logistics including its characteristics, the concept of logistics system and its basic division. It is followed introduction of five companies (that met the needs of this thesis) and five selected logistics systems. The next part of the bachelor thesis deals with the evaluation of the questionnaire using multicriterial decision-making methods. The final part of the thesis summarizes the results of evaluation methods, on the basis of which the recommended system is chosen.

## **KEYWORDS**

company logistics, logistic systems, information systems, questionnaire, multicriterial decision making

# OBSAH

<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>9</b>
<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>10</b>
<b>Seznam zkratek .....</b>	<b>11</b>
<b>Úvod.....</b>	<b>12</b>
<b>1    <b>PODNIKOVÁ LOGISTIKA .....</b></b>	<b>13</b>
1.1    Pojem logistika .....	14
1.2    Outsourcing logistiky .....	14
1.3    Reverzní logistika .....	15
1.4    Systémy na podporu logistiky .....	15
1.4.1    Materiálový systém .....	16
1.4.2    Řídicí systém.....	17
1.4.3    Informační systém.....	17
<b>2    <b>CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH SUBJEKTŮ .....</b></b>	<b>19</b>
2.1    Podnik ABC s.r.o. ....	19
2.2    Podnik DEF s.r.o.....	19
2.3    Podnik KLM s.r.o.....	20
2.4    Podnik NOP s.r.o. ....	20
2.5    Podnik XYZ s.r.o. ....	20
<b>3    <b>VYBRANÉ SYSTÉMY PRO PODPORU LOGISTIKY .....</b></b>	<b>21</b>
3.1    RFGEN Warehouse Director.....	21
3.2    KARAT WMS .....	21
3.3    Gatema WMS .....	22
3.4    HighJump Warehouse Edge .....	22
3.5    Informační systém K2 .....	23
<b>4    <b>VÝBĚR VHODNÉHO SYSTÉMU PRO JEDNOTLIVÉ SUBJEKTY .....</b></b>	<b>24</b>
4.1    Kritéria zvolená pro potřeby vyhodnocení dotazníku.....	24
4.2    Potřeby subjektů vyplývající z dotazníku .....	25

4.3	Vyhodnocení dotazníku.....	27
4.3.1	Metody odhadu vah.....	28
4.3.2	Lexikografická metoda.....	31
4.3.3	Metoda ORESTE.....	34
4.4	Porovnání výsledků použitých metod a návrh systému .....	49
	<b>Závěr.....</b>	<b>51</b>
	<b>Použitá literatura.....</b>	<b>52</b>
	<b>Příloha.....</b>	<b>54</b>



## SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obrázek 1</b> Fyzický pohyb hmotných a nehmotných toků v podniku .....	13
<b>Obrázek 2</b> Vztah logistiky k oddělení nákupu, výroby a odbytu .....	14
<b>Obrázek 3</b> Životní cyklus IS v podniku .....	18
<b>Obrázek 4</b> Graf hodnocení důležitosti kritérií daných subjektů.....	27

## SEZNAM TABULEK

<b>Tabulka 1</b> Splnění kritérií jednotlivých Warehouse Management System.....	24
<b>Tabulka 2</b> Odpovědi na otázku číslo 1 v dotazníku .....	25
<b>Tabulka 3</b> Míra důležitosti obsažení daných vlastností WMS pro jednotlivé podniky .....	26
<b>Tabulka 4</b> Metody odhadu vah pro podnik ABC s.r.o. ....	29
<b>Tabulka 5</b> Metody odhadu vah pro podnik DEF s.r.o. ....	29
<b>Tabulka 6</b> Metody odhadu vah pro podnik KLM s.r.o. ....	30
<b>Tabulka 7</b> Metody odhadu vah pro podnik NOP s.r.o.....	30
<b>Tabulka 8</b> Metody odhadu vah pro podnik XYZ s.r.o. ....	31
<b>Tabulka 9</b> Navrhované systémy jednotlivým subjektům na základě výsledků metod .....	49

## SEZNAM ZKRATEK

a.s.	Akciová společnost
ERP	Enterprise Resource Planning = podnikové plánování zdrojů
Inc.	Incorporated = veřejná obchodní společnost v USA
IS	informační systém
SAP	Systems, Applications and Products in data processing = Systémy, Aplikace a Produkty ke zpracování dat
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
WMS	Warehouse Management System = systém řízení skladu

# ÚVOD

Bakalářská práce na téma „Výběr systému pro podporu logistiky ve výrobním podniku“ se zabývá vyhodnocením dotazníkového šetření, na základě kterého dochází k výběru vhodného systému pro účely daného subjektu.

Úvodní část je věnována pojmosloví, především tedy vysvětlení pojmu podniková logistika, její charakteristika a čím se v podniku zabývá. Logistika patří mezi hlavní články každého podniku, jelikož zajišťuje bezproblémový chod celé firmy. Hlavním úkolem podnikové logistiky je zabezpečení plynulého chodu hmotného a informačního toku, a to za podmínky splnění cílů podniku. Hlavním cílem se většinou rozumí dosažení zisku, ovšem s tím jsou spojeny další faktory, jako např. spokojenost zákazníků, nízká nákladovost, malá zmetkovitost aj. Dále je v této části práce vysvětlen pojem logistický systém a jeho základní členění. Rozlišujeme tři základní druhy logistických systémů – materiálové, řídicí a informační. Všechny tyto typy se navzájem doplňují a společně zaručují stabilní chod podniku. Jednotlivé typy logistických systémů jsou v práci blíže vysvětleny.

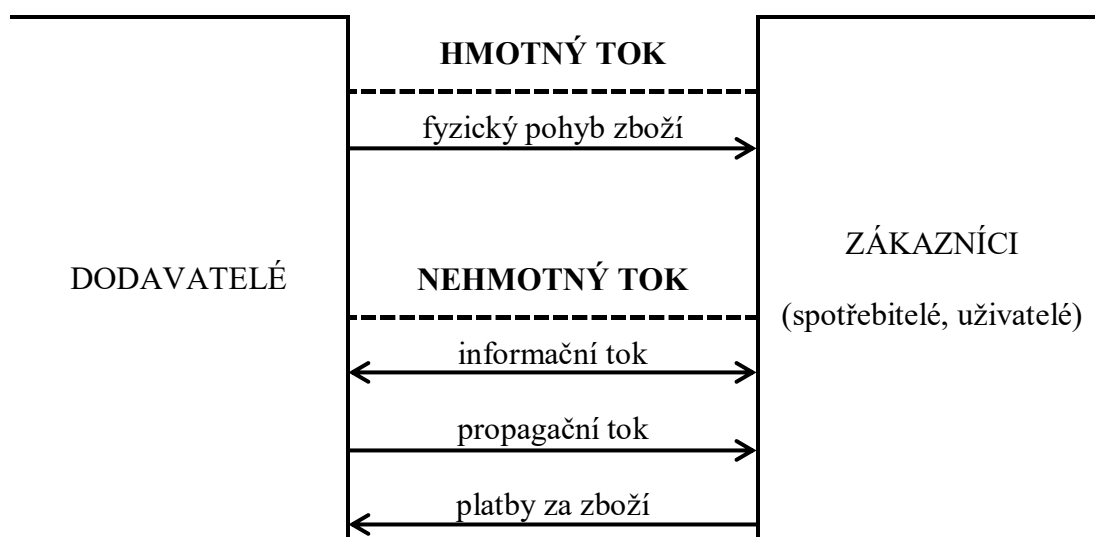
V další části práce jsou představeny výrobní podniky a jednotlivé logistické systémy vybrané k potřebám této práce. Při výběru subjektů k oslovení bylo dbáno na splnění několika podmínek, tedy podnikání ve strojírenském průmyslu, zaměření na hromadnou či sériovou výrobu a se sídlem v Olomouckém kraji. Tyto specifika byla vybrána z důvodu zajištění větší podobnosti podniků, díky čemuž byl ulehčen výběr možných doporučených systémů. Zaměření právě na Olomoucký kraj vyplývalo z bydliště autorky této práce, jelikož chtěla oslovit především podniky z blízkého okolí bydliště. Z toho vyplývá také zaměření na podniky s výrobou ve strojírenském průmyslu.

Druhá polovina bakalářské práce je věnována samotnému vyhodnocení dotazníkového šetření. K tomu byly použity dvě metody vícekriteriálního rozhodování – Lexikografická metoda a metoda ORESTE, které jsou v této části práce blíže vysvětleny. Důvodem pro vyhodnocení dvěma metodami bylo získání přesnějších výsledků. Tedy pokud danému podniku byl na základě výsledků obou metod doporučen stejný systém, je volba navrhovaného systému jasná. Ovšem za předpokladu odlišných výsledků metod nastává zamyšlení nad otázkou, na základě které metody zvolit doporučující systém. A právě touto problematikou se zabývá závěrečná část práce.

Cílem práce je tedy vyhodnocení dotazníkového šetření a návrh informačního systému na podporu skladového řízení daným výrobním podnikům.

# 1 PODNIKOVÁ LOGISTIKA

Hlavním cílem podniků je uspokojování potřeb finálních zákazníků a dosažení zisku. Tudiž celý proces hmotného toku a nehmotného musí probíhat v přesně stanoveném sledu a za nejnižší náklady. Pod pojmem „hmotný tok“ si lze představit fyzický pohyb všech výrobních komponentů (materiálů, náhradních dílů, výrobků atd.) v podniku a zároveň zahrnuje také proces dodání. Pod pojmem „nehmotný tok“ se rozumí například přenos informací (viz obrázek č. 1). Hlavním úkolem podnikové logistiky je tedy zabezpečení plynulého chodu hmotného toku a toku informací, přičemž se stále snaží o dodržení podnikového cíle společnosti. Následující obrázek zahrnuje fyzický pohyb hmotných a nehmotných toků v podniku [3; 8].



**Obrázek 1** Fyzický pohyb hmotných a nehmotných toků v podniku

*Zdroj: vlastní zpracování dle [19]*

V různých publikacích se nachází trochu odlišné definice logistiky, ale v zásadě je možné říci, že všechny vychází se stejného základu. Tyto odlišnosti jsou způsobeny neustálým vývojem tohoto oboru. Z těchto dohledatelných definic vyplývá, že se logistika zabývá organizováním toků od zdroje surovin ke konečnému spotřebiteli s ohledem na uspokojení potřeb zákazníka. Nutností při tomto procesu je tvorba zisku, tedy vše uskutečnit v nejkratším čase a za nejnižší náklady. Následující obrázek zobrazuje vztah logistiky k oddělení nákupu, výroby a odbytu [3; 5].

	nákup	výroba	odbyt
Logistika	fyzické dodávky	vnitropodniko- vé procesy	fyzická distribuce

**Obrázek 2** Vztah logistiky k oddělení nákupu, výroby a odbytu

*Zdroj: vlastní zpracování dle [5]*

## 1.1 Pojem logistika

Pojem logistika se užíval již ve starověku a v různých slovnících nacházíme jiné vysvětlení. Například ve filozofickém slovníku z roku 1966 se dočteme, že se pod tímto pojmem rozumí „logické kalkuly“. V roce 1591 Vieta zavedl výraz „logistica numerosa“, čímž se rozumí počítání s číslicemi, a „logistica speciosa“ pro počítání pomocí písmen. V pozdějších letech se logistikou rozumělo jiné označení pro matematickou logiku a symbolickou logiku, tedy vědecký obor zvaný moderní formální logika [6].

Pojem logistika se užíval také v oblasti vojenství. Byzantský císař Leontos VI. (886 – 911) charakterizoval logistiku takto: „*Předmětem logistiky je mužstvo zaplatit, příslušně vyzbrojit a vybavit ochranou i municí, včas a důsledně se postarat o jeho potřeby a každou akci v polním tažení příslušně připravit, tzn. vypočítat prostor a čas, správně ohodnotit terén z hlediska pohybu vojska, i možnosti protivníkovy odporu a tyto funkce zvládnout z hlediska pohybu vojsk i v případě nutnosti jejich rozdělení*“ [9, s.19].

Z výroku vyplývá, že za náplň logistiky považoval zvládnutí pohybu lidí a pohybu materiálu tak, aby se příslušný objekt nacházel na určitém místě v potřebný čas. Je možné si všimnout, že se zde již objevují prvky nynějšího významu pojmu logistika.

## 1.2 Outsourcing logistiky

Pod pojmem outsourcing je možné si představit svěřeni určitých činností externí firmě. Jedná se většinou o podnik specializovaný na danou problematiku, tudíž při využití těchto nabízených služeb je zaručena kvalitně odvedená práce. U outsourcingu logistiky se ve většině případů jedná o svěřeni přepravních a skladovacích činností. Jelikož procesy prováděné logistickým útvarem patří mezi jedny z nejdůležitějších pro správný chod firmy, je nutné mít

na pozicích v tomto útvaru kvalifikované pracovníky a zajistit realizaci prováděných procesů co nejefektivněji. Zajistit dostatečně kvalifikovaný tým pracovníků není nijak lehké a bývá dosti nákladné, tudíž se firmě vyplatí využít služeb externí firmy, která zaručuje proškolené a zkušené pracovníky pro danou problematiku. Další výhodou je přínos dlouhodobě budovaného know-how specializované firmy [2].

Přestože se dle předchozího odstavce zdá být outsourcing logistiky jasnou volbou pro každý podnik, využití služeb externí firmou má i své negativa. Mezi nejčastější problémy outsourcingu se řadí faktor vztahu mezi poskytovatelem služeb (externí firma) a zadavatelem (interní firma). Celý kontrakt je založen na dobrém vztahu mezi těmito subjekty, kdy obě firmy jednájí v zájmu realizace zisku. Ovšem v praxi často dochází k odlišnému názoru na způsob jeho dosažení, což vede ke sporům mezi subjekty [2].

### **1.3 Reverzní logistika**

Pojem reverzní logistika se začal užívat již v 90. letech 20. století. Tehdy byl označován jako „reverse-flow logistics“ nebo také „reverse distribution“. V různých publikacích se můžeme dočíst hlavních dvou proudů reverzní logistiky, přičemž první z nich se soustředí na zboží vrácené od obchodníků (reklamace a neprodané zásoby). Druhý proud souvisí s problematikou vzrůstajících ekologických požadavků, tedy se zabývá analýzou možností recyklace komunálního a průmyslového odpadu [4].

Na základě výše zmíněných proudů reverzní logistiky můžeme říci, že jejím hlavním cílem je zajistit nové využití použitých výrobků, součástek, vedlejších produktů aj. Soustředí se na jejich materiálové zhodnocení způsobem šetrným k životnímu prostředí [4].

### **1.4 Systémy na podporu logistiky**

V této podkapitole je vysvětlena podstata logistických systémů a jejich uplatnění v podniku. Přestože náklady spojené s tímto typem podpory logistiky jsou poměrně vysoké, ve výsledku se podnikům vyplatí do nich investovat, jelikož zároveň zvyšuje výkonovou kvalitu celého podniku. Samotný pojem systém je definován jako: „*množina prvků a vazeb mezi nimi, které jsou účelově definovány na určitém objektu*“ [7, s. 33].

Logistickými systémy se podniky zabývají za účelem dosažení určitých specifických výkonových cílů. Systémy jsou členěny na tři základní druhy - materiálové, řídicí a informační, které

se vzájemně ovlivňují. Materiálový a informační systémy jsou propojeny s okolím a to prostřednictvím materiálových a informačních toků. Informační systémy zprostředkovávají vazby mezi materiálovými a řídicími systémy. V následujících podkapitolách jsou tyto tři základní druhy logistických systémů podrobněji vysvětleny a tvoří náplň této kapitoly [19].

#### **1.4.1 Materiálový systém**

Materiálový systém se zabývá přípravou surovin, materiálů a výrobků, které dále vstupují do materiálového toku. Pod pojmem materiálový tok se rozumí řetězec činností začínající příjmem materiálu od dodavatele, pokračuje balením výrobků, vypořádáním se s odpadem vzniklého při výrobě, uskladněním produktů a končí výdajem zásilky zákazníkovi. Do tohoto řetězce řadíme také vnitropodnikovou dopravu (např. ve skladech). Materiálový tok tedy zahrnuje všechny oběhové procesy (zásobování, odbyt, přeprava a skladování), při nichž dochází k manipulaci s materiálem či výrobky [10].

Mezi složité úkoly podniku se řadí stanovení optimálního množství materiálních a výrobních rezerv. Tímto problémem se mimo jiné zabývá materiálový systém a to za pomoci provádění různých analýz (například analýza prodeje). Stanovení velikosti rezerv se považuje za složité, jelikož jejich tvorba znamená určité nákladové zatížení, avšak z hlediska efektivity chodu celého podniku jsou nepostradatelné. To proto, jelikož při každém procesu vzniku produktu může nastat mnoho komplikací, které znemožní vyřízení objednávky ve stanoveném čase a kvalitě. Tyto možné problémy musí podnik předvídat a stanovit určitá opatření, mezi které patří i tvorba rezerv. V opačném případě by mohlo dojít ke snížení kvality výrobků kvůli urychlení procesu výroby nebo nedodržení časové lhůty dodání. Takové jednání je nežádoucí, jelikož by vedlo ke ztrátě zákazníků a budoucímu zániku podniku [10].

Z hlediska logistické systematiky rozeznáváme tři základní typy subsystémů, tedy zásobovací, výrobní a oběhový. Každý subsystém se zaměřuje na jiné činnosti, čímž se materiálový systém jako celek stává efektivnější. Zásobovací subsystém zahrnuje všechny funkce, které se týkají plánování a opatrování materiálu (včetně jeho manipulace) a dále zodpovídá za zásoby hotových výrobků. Výrobní subsystém se především zabývá zpracováním materiálu a tedy tvorbou konečných výrobků. Do subsystému oběhové logistiky spadají funkce týkající se balení, expedice a přepravy hotových výrobků. Dále také řeší likvidaci škod a hospodaření s vratnými obaly. Rozdělení systému na dílčí subsystémy přináší podniku lepší výsledky [10].



### **1.4.2 Řídicí systém**

Řízení podnikové logistiky má za úkol provádění tří základních procesů a to plánování, řízení a kontrolování. Všechny tyto činnosti jsou vykonávány za účelem dosažení stanovených cílů. Plánováním se rozumí systematické utváření budoucnosti, tedy vytváření plánů a jejich schválení (plánování prodeje, plánování potřebného množství materiálu aj). Při procesu řízení dochází k podrobnému stanovení způsobu realizace materiálového toku. Kontrola se většinou provádí na závěr procesu, ovšem někdy samotný proces doprovází. Mezi nejčastější typy kontroly se řadí zjišťování odchylek mezi skutečností a plánem [12].

Řídicí logistický systém je úzce spjat s materiálovým systémem, jelikož ovlivňuje celý materiálový tok dané firmy. Taktéž je svázán s informačním systémem, jelikož informace jsou předpokladem pro rozhodování, přičemž kvalita rozhodnutí závisí na kvalitě informací [10].

### **1.4.3 Informační systém**

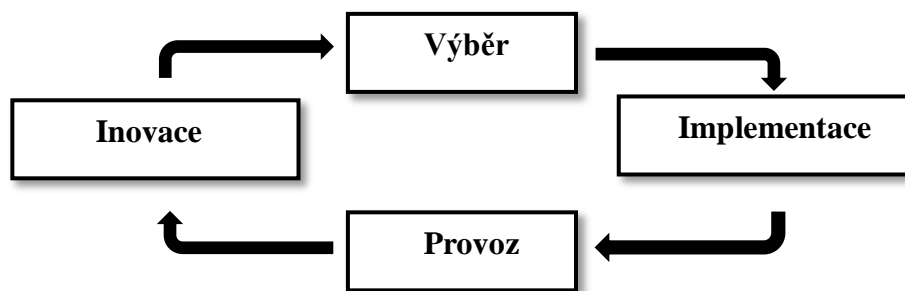
Speciálním druhem systémů je informační systém, který zabezpečuje pořizování, ukládání, zpracování, kontrolu a přenos dat. Hlavním úkolem informačního systému je zajistit, aby byly potřebné informace k dispozici ve správný čas na správném místě. Informační systém je úzce spjat s ostatními systémy (materiálovým i řídicím), jelikož zprostředkovává přenos informací mezi nimi [10].

Za hlavní cíl logistického informačního systému se považuje vytvoření informační základny pro plánování a řízení všech logistických činností. Celý proces začíná přijetím informací ohledně objednávek zákazníků za sledované období. Na základě zpracování a porovnání těchto informací se stavem zásob je stanoven plán zásobování. Vytvoření tohoto plánu je pro podnik zásadní, jelikož na jeho základě jsou vystaveny objednávky dodavatelům zásobující podnik [11].

### **Životní cyklus IS**

Informační systémy mají svůj vlastní životní cyklus, který se z hlediska podniku člení na čtyři základní fáze – výběr, implementace, provoz a inovace. Fáze výběr v sobě zahrnuje proces hledání vhodného systému pro daný podnik, přičemž je potřeba zohledňovat všechny požadavky na produkt. V této fázi se vyplácí trpělivost při hledání, jelikož nabídka systému je široká a výběr dostatečně nevyhovujícího systému může mít za následek ušlý zisk. Fázi imple-

mentace se rozumí zavedení IS do podniku. Tato činnost zahrnuje také vedlejší procesy, jakožto zaškolení uživatelů, úpravy parametrů na základě potřeb subjektu aj. Fáze implementace může trvat jen několik týdnů, ovšem ve většině případů se jedná o měsíce (důvodem může být složitost systému nebo velké požadavky na úpravu parametrů systému). Třetí fází, tedy provozu IS, se rozumí jeho využívání v podniku. Jelikož je mnohdy možné zjistit určité chyby na systému až při dlouhodobějším využívání, tato fáze zahrnuje také případnou opravu těchto chyb. Poslední fází je inovace IS, kdy danému subjektu stávající systém již nevyhovuje a rozhodne se pro inovaci. Podnik má na výběr inovaci na základě upgradu stávajícího systému, nebo rozhodnutí k pořízení nového IS. V tomto případě nastává první fáze životního cyklu informačního systému, tedy fáze výběr. Na následujícím obrázku je přehledně vyobrazen životní cyklus IS [1].



Obrázek 3 Životní cyklus IS v podniku

*Zdroj: vlastní zpracování dle [1]*

## **2 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH SUBJEKTŮ**

Tato kapitola je věnována jednotlivým podnikům, které byly na základně vypracování této práce osloveny. S podniky bylo komunikováno přes e-mail a to zasláním dotazníku. Při oslovení byly vybrány podniky sídlící v Olomouckém kraji. Dalším kritériem, které figurovalo ve výběru respondentů, byla oblast strojírenského průmyslu. Přestože bylo osloveno dvacet dva podniků, s vyplněním dotazníků souhlasilo pouze pět z nich a to za podmínky zachování anonymity. Z toho důvodu jsou jednotlivé podniky v této práci označeny pod smyšleným názvem. Zdrojem informací o organizacích byly oficiální webové stránky jednotlivých podniků. Dále bylo čerpáno z Obchodního rejstříku dostupného na webové stránce Kurzy.cz [13].

### **2.1 Podnik ABC s.r.o.**

Organizace ABC s.r.o. sídlící v Šumperku byla založena v roce 1995. Jedná se o dceřinou společnost centrály se sídlem v Německu, další pobočky se nachází v Evropě, Americe a Asii. V nynější době podnik zaměstnává 250 až 499 pracovníků.

Předmětem činnosti společnosti je výroba speciálních keramických produktů, které se využívají v automobilovém, stavebním a strojírenském průmyslu. K výrobě podnik využívá technickou keramiku, která se vyznačuje jedinečnými vlastnostmi, jako například elektrická a tepelná izolace, tvrdost aj. Technická keramika tvoří základ všech jejich výrobků a díky tomu je kvalita produktů společnosti na velmi vysoké úrovni.

### **2.2 Podnik DEF s.r.o.**

Organizace DEF s.r.o. se sídlem v Šumperku vznikla v roce 2014 spojením dvou samostatných výrobních společností. Díky tomuto spojení došlo k zvýšení počtu nabízeného sortimentu, což vedlo k větší spokojenosti stálých i nových zákazníků. Podnik je jednou z třiceti poboček po celém světě a nyní zaměstnává přibližně 600 pracovníků.

Předmětem činnosti podniku je vývoj a výroba nástrojů s využitím ve strojírenství a kovoobrábění, tedy např. nástroje pro vrtání, frézování, soustružení aj. Mimo to společnost nabízí také několik služeb, jako například aplikaci k usnadnění vyhledávání potřebného produktu z nabízeného sortimentu. Dále podnik nabízí výkup použitých výrobků a provádí jejich recyklaci. Nově je v areálu společnosti vybudováno školící centrum a nabízí tak svým zaměstnancům širokou škálu školících seminářů.

### **2.3 Podnik KLM s.r.o.**

Společnost KLM s.r.o. se sídlem v Přerově byla založena v roce 1991. Od svého vzniku firma prošla velkou inovací. Nejen že se během několika let rozrostla o další výrobní halu, ale především zásadně změnila oblast podnikání a to ze zámečnické výroby na produkci ve strojírenském průmyslu. Aktuálně společnost zaměstnává 85 pracovníků a její obrat se pohybuje kolem 120 mil. Kč.

Před rokem došlo ve firmě k rozhodnutí o změně strategie výroby a hlavním předmětem činnosti se stala výroba strojů a zařízení na výrobu stavebních hmot. K výrobě společnost využívá především ocel a duplex.

### **2.4 Podnik NOP s.r.o.**

Organizace NOP s.r.o. sídlící v Mohelnici byla založena roku 1904. Je jednou ze sedmi výrobních závodů v České republice a mnoho dalších se nachází po celém světě. Je tedy součástí ústřední společnosti sídlící v Německu, jejíž kořeny sahají až do roku 1847. V nynější době výrobní závod v Mohelnici zaměstnává přibližně 2.000 pracovníků.

Předmětem činnosti podniku je výroba nízkonapěťových asynchronních elektromotorů, které se využívají k pohonu například ventilátorů, kompresorů aj. Svou produkcí se řadí mezi největší závody s výrobou těchto produktů v Evropě. Společnost vyrábí dva základní typy elektromotorů – trojfázové a jednofázové, které se dále rozlišují podrobněji dle specifických parametrů.

### **2.5 Podnik XYZ s.r.o.**

Společnost XYZ s.r.o. se sídlem v Šumperku vznikla v roce 1999. Jedná se o dceřinou společnost ústřední organizace sídlící v Německu, další výrobní závody se nachází v Evropě, Asii a Americe. Aktuálně pobočka v Šumperku zaměstnává přibližně 1.300 pracovníků.

Podnik je tvořen dvěma samostatnými halami a každá se zaměřuje na výrobu odlišných produktů – feritových jader a keramických pozistorů. Společnost se také neustále snaží rozvíjet nabídku sortimentu kvůli spokojenosti zákazníků, nyní nabízí kolem 4.000 druhů feritů a 1.000 druhů pozistorů.

### **3 VYBRANÉ SYSTÉMY PRO PODPORU LOGISTIKY**

Tato kapitola je zaměřena na představení jednotlivých systémů na podporu logistiky zvolené k účelům této práce. Bylo vybráno pět informačních systémů na podporu skladového řízení WMS, tedy RFGEN Warehouse Director, Karat WMS, Gatema WMS, HighJump Warehouse Edge a Informační systém K2. Zaměření na skladový úsek vyplývalo z uvědomění si, že oslovené společnosti jsou řazeny mezi velké podniky, které se zaměřují na sériovou či hromadnou výrobu. Pro podniky s takovou produkcí je skoro samozřejmostí vlastnit skladové prostory, a proto je pro ně vhodné využívat informační systémy na podporu skladového řízení.

#### **3.1 RFGEN Warehouse Director**

Jedná se o systém na podporu skladového řízení, který se vyznačuje jednoduchostí implementace do podniku. Systém je vhodný pro široké spektrum oborů podnikání. Produkt zaručuje maximalizaci efektivnosti a produktivity ve skladech za nízkou cenu, tedy na základě měřítka poměru cena-výkon je dle informací společnosti bezkonkurenční. Díky využití mobilních terminálů je možná bezpapírová evidence zboží. Při zakoupení systému jsou zákazníkovi nabízeny také služby spojené s implementací systému [25].

Výrobce a dodavatelem systému skladového řízení je společnost RFgen Software. Jedná se o divizi společnosti DataMAX Software Group, Inc. se sídlem v Kalifornii založena již v roce 1983. Díky dlouholeté působnosti na trhu má firma mnoho zkušeností, které předává svým zaměstnancům, tudíž buduje vysoce kvalifikovaný tým pracovníků. Na základě statistik systém RFGEN Warehouse Director využívá více jak 3.000 zákazníků po celém světě [25].

#### **3.2 KARAT WMS**

Jedná se o systém pro skladové řízení, který je schopen zajistit svým uživatelům plnou automatizaci skladových procesů. Mezi jeho přední vlastnosti patří přesnost, spolehlivost a efektivnost. Uživatelé tohoto informačního systému vyzdvihují viditelné zrychlení skladových operací a tedy snížení průměrné pracovní doby skladových pracovníků. V roce 2011 byl systém vybrán do soutěže o titul „IT produkt roku“, kde se na základě hodnocení dle různých kritérií dostal až do finále [14].

Výrobce a dodavatelem KARAT systému na podporu skladového řízení je akciová společnost KARAT software, dříve nazývaná I.F.T. PROGRES. Vznikla v roce 1990 se sídlem v Přerově a zákazníkům nabízí nejen komplexní informační systémy, ale také zajišťuje služby týkající se implementace systému do podniku. Před samotnou koupí předchází schůzka s konzultantem společnosti, při které dochází k zjištění všech požadavků zákazníka a tedy návrhu systému na míru za účelem plné spokojenosti kupujícího [14].

### **3.3 Gatema WMS**

Tento WMS zabezpečuje automatizaci skladových procesů v podniku. Vyznačuje se využíváním mobilních terminálů při skladových pracích. Ty mohou sloužit také k podepisování dokumentů díky možnosti evidence podpisů v zařízení - omezení využívání papírů. Společnost svým zákazníkům také doporučuje určitý typ mobilních terminálů vyhovující danému klientovi a zpracovává dovoz těchto produktů. Gatema systém pro skladové řízení eviduje přibližně 400 klientů na území České republiky. Přestože není možné systém integrovat na cizí ERP systém, společnost nabízí komplexní řešení pro malé, střední či velký podnik a to v kterémkoliv oboru podnikání [15; 16].

Výrobce a dodavatelem Gatema WMS je společnost Gatema a.s. založena v roce 1992. Dříve vystupovala pod názvem CEA Product, s.r.o. a se sídlem v Kunštátě. Později byla firma přejmenována na Gatema, ovšem stále jako společnost s ručením omezením, až od ledna roku 2017 se stala akciovou společností a sídlí v Boskovicích. Organizace se pyšní kvalitou svých nabízených produktů a rychlostí poskytovaných služeb. Mimo nabídku informačních systémů společnost podporuje projekty týkající se regionu, kde sídlí. Dokonce organizace od roku 2016 provozuje v nově vybudovaných prostorách vlastní školku [15].

### **3.4 HighJump Warehouse Edge**

Tento systém na podporu skladového řízení se dle výrobce liší od ostatních WMS funkcí jednoduchého a rychlého namodelování k obrazu svému. Tedy si klient může zvolit funkce, které jsou pro jeho potřebu podstatné a které v systému mít nepotřebuje. Díky takto jednoduchému modelování systému je jeho implementace do podniku velmi rychlá a efektivní [22].

Výrobce tohoto systému je společnost HighJump Software se sídlem v USA. Organizace vznikla již v roce 1983, ovšem později došlo k akvizici podniku se společností Accellos, Inc. a nově vzniklý podnik vystupuje pouze pod názvem HighJump [23].

Dodavatelem systému HighJump Warehouse Edge je společnost Kodys s.r.o., která působí na trhu již od roku 1991 se sídlem v Praze. Jedná se o předního dodavatele systému HighJump Warehouse Edge na českém i slovenském trhu [22].

### **3.5 Informační systém K2**

Informační systém K2 nabízí komplexní řešení pro podniky jakéhokoliv oboru podnikání. Systém mimo jiné obsahuje modul Řízený sklad (WMS), který je možné implementovat do jiného ERP systému. Tento modul zaručuje efektivní a spolehlivé řízení skladového hospodářství. Systém také umožňuje plánování skladových zásob, díky čemuž má podnik přehled o velikosti hmotných zásob a tedy dochází k minimalizaci tzv. ležáků (dlouho ležícího zboží na skladě) [24].

Výrobce i dodavatelem informačního systému K2 je společnost K2 atmitec s.r.o. se sídlem v Ostravě, která na trhu působí již od roku 1991. Mimo nabídku informačního systému nabízí také služby spojené s implementací systému do daného podniku. Dále zaručuje servisní služby a možné úpravy systému dle požadavků zákazníka [24].

## 4 VÝBĚR VHODNÉHO SYSTÉMU PRO JEDNOTLIVÉ SUBJEKTY

Tato kapitola obsahuje vyhodnocení dotazníku a tedy výběr vhodného informačního systému na podporu skladového řízení pro jednotlivé subjekty. K vyhodnocení byly využity dvě metody vícekritériálního rozhodování. V závěru kapitoly jsou výsledky obou těchto metod porovnány a při vzniklé odlišnosti vysvětleno, proč k odchylce mohlo dojít.

### 4.1 Kritéria zvolená pro potřeby vyhodnocení dotazníku

Při výběru kritérií ke zpracování dotazníku bylo zaměřeno na rozdílnost mezi jednotlivými systémy. Tedy byly vyhledány ty funkce či vlastnosti, v kterých se systémy od sebe nejvíce liší. Rozdílných vlastností bylo zjištěno několik, ovšem nejvíce vyhovujících bylo vybráno pět z nich. V dotazníku, který byl zaslán společností, se dotazovalo právě na tyto vlastnosti s prosbou o zvolení míry potřeby obsažení těchto funkcí v systému WMS. Jednotlivé vlastnosti jsou dále považovány za kritéria při vyhodnocení dotazníků. V následující tabulce jsou vypsaná zvolená kritéria a také zda je jednotlivé systémy splňují či ne.

**Tabulka 1** Splnění kritérií jednotlivých Warehouse Management System

WMS	KRITÉRIA <sup>1</sup>				
	Podpora plně automatizovaných manipulačních systémů	Redukce počtu manipulací Cross-dock	Mapa skladu (navigace skladem)	Možnost podepisování dokumentů na displeji terminálu	Integrace na cizí ERP a další systémy
RFGEN Warehouse Director	X			X	X
KARAT WMS	X		X		
Gatema WMS	X	X	X	X	
HighJump Warehouse Edge	X	X	X		X
Informační systém K2		X			X

<sup>1</sup> splnění určitého kritéria u WMS značeno „X“

*Zdroj: Vlastní zpracování dle [16]*



## 4.2 Potřeby subjektů vyplývající z dotazníku

Tato podkapitola je věnována odpovědím společností na jednotlivé otázky v dotazníku. Celkově se jedná pouze o dvě otázky, ovšem druhá otázka se skládá z pěti podotázek. Ty jsou zaměřeny na samotná kritéria pro možné vyhodnocení dotazníku. První otázka je věnována systému na podporu skladového řízení, který firma právě využívá. Všechny otázky a odpovědi jednotlivých subjektů na ně jsou níže samostatně rozepsány.

### 1. Využíváte informační systém na podporu skladového řízení (WMS)?

Při této otázce měli respondenti zvolit odpověď „ano“, pokud již využívají v podniku systém WMS, nebo „ne“, zda takový systém v podniku neexistuje. Při zvolení kladné odpovědi bylo vyžadováno uvést název systému, který podnik právě využívá. Tato otázka byla subjektům pololežena z důvodu zjištění, jaký systém WMS si společnost v minulosti vybrala. Tazatel si tak na základě nastudování tohoto systému mohl více uvědomit potřeby respondenta.

**Tabulka 2** Odpovědi na otázku číslo 1 v dotazníku

ODPOVĚDI	NÁZEV SUBJEKTŮ				
	ABC s.r.o.	DEF s.r.o.	KLM s.r.o.	NOP s.r.o.	XYZ s.r.o.
Ano <sup>1</sup>		x (SAP)	x (Pohoda, interní software)	x (SAP)	x (SAP)
Ne	x				

<sup>1</sup> v závorce je uveden název systému, který subjekt využívá

*Zdroj: vlastní zpracování*

Z tabulky je zjevné, že tři podniky z pěti využívají na podporu skladového řízení systém SAP. Jedná se o komplexní systém, který je vhodný především pro velké podniky a to pro většinu oborů podnikání. Ovšem v nabídce se také nachází varianta systému méně obsáhlá, která je konstruována pro menší či střední podniky. V ČR se jedná o nejčastěji využívaný informační systém, což je také zjevné z tabulky č. 2. Výrobce a dovozce systému SAP je společnost SAP SE sídlící v Německu, která má několik poboček po celém světě. V České republice se jedná o pobočku SAP ČR, spol. s.r.o. se sídlem v Praze, která působí na trhu od roku 1992

a zaměstnává přibližně 1.300 pracovníků. Společnost získala již opakovaně ocenění v soutěži Českých 100 Nejlepších v kategorii „Informační a komunikační technologie“ [20].

Na rozdíl od ostatních podniků využívá společnost KLM s.r.o. ekonomický systém Pohoda. Jedná se o komplexní systém, který je vhodný pro všechny obory podnikání. Systém vyniká svou přehledností a snadným ovládním. Mimo jiné patří Pohoda mezi přední systémy s využitím k vedení účetnictví. Díky široké nabídce variant produktu a neustálé snaze o jeho vylepšování systém zaručuje splnění všech požadavků zákazníka. Výrobce a zároveň také dodavatelem systému Pohoda je společnost Stormware s.r.o., která působí na trhu již 25 let. Centrála této společnosti leží v Jihlavě a nyní zaměstnává přibližně 150 pracovníků [21].

## **2. Do jaké míry jsou následující vlastnosti WMS pro váš podnik důležité?**

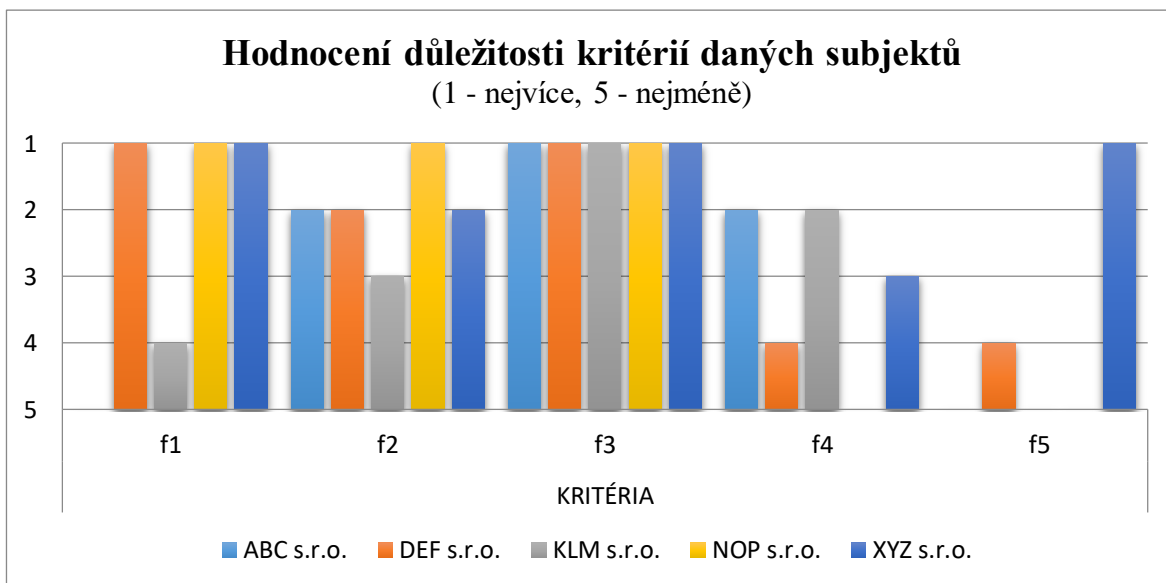
Tato otázka je zaměřena na zvolená kritéria k vyhodnocení dotazníku. Otázka se dělí na pět podotázek, které měli respondenti ohodnotit známkou jako ve škole, tedy ve škále od jedné do pěti, přičemž jedna pro velmi důležité a pět pro vůbec. Následující tabulka obsahuje odpovědi na jednotlivé kritéria daných podniků.

**Tabulka 3** Míra důležitosti obsažení daných vlastností WMS pro jednotlivé podniky

<b>RESPONDENTI</b>	<b>KRITÉRIA<sup>1</sup></b>				
	Podpora plně automatizovaných manipulačních systémů	Redukce počtu manipulací Cross-dock	Mapa skladu (navigace skladem)	Možnost podepisování dokumentů na displeji terminálu	Integrace na cizí ERP a další systémy
ABC s.r.o.	5	2	1	2	5
DEF s.r.o.	1	2	1	4	4
KLM s.r.o.	4	3	1	2	5
NOP s.r.o.	1	1	1	5	5
XYZ s.r.o.	1	2	1	3	1

<sup>1</sup> známkování jako ve škole (1 – velmi důležité, 5 – nedůležité)

*Zdroj: vlastní zpracování*



**Obrázek 4** Graf hodnocení důležitosti kritérií daných subjektů

*Zdroj: vlastní zpracování*

Z tabulky i grafu vyplývá, že všechny podniky považují za nejdůležitější kritérium  $f_3$  „mapa skladu“. Na první pohled je dále zjevné, že pro většinu společností je velmi důležitá také plně automatizovaná manipulace skladem (kritérium  $f_1$ ). Na druhou stranu nejhůře dopadlo kritérium  $f_5$  „integrace na cizí ERP a další systémy“.

### 4.3 Vyhodnocení dotazníku

Tato podkapitola je věnována samotnému vyhodnocení dotazníku, které vede k návržení vhodného systému jednotlivým subjektům. Z dotazníku byly od jednotlivých podniků zjištěny informace o důležitosti daných kritérií. Pokud dochází k uspořádání kritérií od nejvíce důležitého k nejméně důležitému, hovoří se o tzv. „ordinální informaci“. Je známo několik metod vícekritériálního rozhodování s ordinální informací o kritériu, mezi nejznámější se řadí Lexikografická metoda, metoda ORESTE a Permutační metoda. K potřebám této bakalářské práce jsou použity první dvě metody a jejich výsledky jsou dále porovnávány v závěrečné části práce. Permutační metoda není v této práci použita a to z důvodu nevhodnosti při větším počtu variant. V případě výpočtu v rámci této práce by se jednalo o  $5! = 120$  výpočtů [17].

Jak je napsáno v předešlém odstavci, k výpočtu metod s ordinální informací o kritériu je potřeba znát informaci o důležitosti jednotlivých kritérií. V terminologii vícekritériálního rozhodování se tyto informace nazývají pojmem „váhy“. Nejvíce využívané metody odhadu vah jsou vypsány v další části práce [18].

### **4.3.1 Metody odhadu vah**

Základním pravidlem při výpočtu vah je fakt, že součet vah přes všechna kritéria se rovná jedné. Dalším pravidlem je zásada, že čím důležitější je kritérium, tím vyšší je jeho váha. Mezi základní metody odhadu vah řadíme metodu pořadí, bodovací metodu, metoda párového srovnání kritérií (používá se v tzv. Fullerově trojúhelníku) a metoda kvantitativního párového srovnání (využití při Saatyho metodě). Tato podkapitola je věnována metodě pořadí a bodovací metodě [17].

#### **Metoda pořadí a bodovací metoda**

Metoda pořadí a bodovací metoda mají vesměs stejný postup výpočtu, rozdíl je ovšem v bodovém ohodnocení kritérií. Tedy bodovací metoda se zabývá také velikostí rozdílu mezi jednotlivými body hodnocení u každého kritéria. Kdežto metoda pořadí tyto rozdíly nezohledňuje [18].

Metoda pořadí vyžaduje seřazení jednotlivých kritérií od nejdůležitějšího po nejméně důležitě, přičemž nejvíce důležité kritérium je ohodnoceno „n“ body (n představuje počet kritérií), druhé nejdůležitější „n-1“ až po nejméně důležité, kterému je přidělen 1 bod. V případě více stejně ohodnocených kritérií se postupuje na základě výpočtu průměrné hodnoty těchto kritérií [18].

U využití bodovací metody se předpokládá, že jsou k dispozici údaje o pořadí důležitosti kritérií od daného subjektu. Tato metoda umožňuje přiřazení stejné bodové hodnoty více kritériím. Subjekt tedy ohodnotí dané kritérium určitým počtem bodů, zpravidla čím důležitější je kritérium, tím více bodů mu je přiděleno. Většinou se využívá bodová škála od 0 – 10, ale rozhodnutí o rozpětí škály závisí na tazateli [18].

V následujících pěti tabulkách jsou vypočítány váhy pro jednotlivé subjekty a to metodou pořadí a bodovací metodou. Výpočty byly provedeny na základě skripta od autora Šubrt [18].

**Tabulka 4** Metody odhadu vah pro podnik ABC s.r.o.

KRITÉRIUM	METODA POŘADÍ				BODOVACÍ METODA		
	i	Pořadí	$b_i$	$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$	i	$b_i$	$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$
$f_1$	1	4 - 5	1,5	$1,5/15 = 0,1$	1	0	$0/25 = 0$
$f_2$	2	2 - 3	3,5	$3,5/15 = 0,23$	2	7,5	$7,5/25 = 0,30$
$f_3$	3	1	5	$5/15 = 0,34$	3	10	$10/25 = 0,40$
$f_4$	4	2 - 3	3,5	$3,5/15 = 0,23$	4	7,5	$7,5/25 = 0,30$
$f_5$	5	4 - 5	1,5	$1,5/15 = 0,1$	5	0	$0/25 = 0$
SOUČET	x	x	15	1	x	25	1

interval ohodnocení <0;10>

*Zdroj: vlastní zpracování*

**Tabulka 5** Metody odhadu vah pro podnik DEF s.r.o.

KRITÉRIUM	METODA POŘADÍ				BODOVACÍ METODA		
	i	Pořadí	$b_i$	$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$	i	$b_i$	$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$
$f_1$	1	1 - 2	4,5	$4,5/15 = 0,30$	1	10	$10/32,5 = 0,31$
$f_2$	2	3	3	$3/15 = 0,20$	2	7,5	$7,5/32,5 = 0,22$
$f_3$	3	1 - 2	4,5	$4,5/15 = 0,30$	3	10	$10/32,5 = 0,31$
$f_4$	4	4 - 5	1,5	$1,5/15 = 0,10$	4	2,5	$2,5/32,5 = 0,08$
$f_5$	5	4 - 5	1,5	$1,5/15 = 0,10$	5	2,5	$2,5/32,5 = 0,08$
SOUČET	x	x	15	1	x	32,5	1

interval ohodnocení <0;10>

*Zdroj: vlastní zpracování*

**Tabulka 6** Metody odhadu vah pro podnik KLM s.r.o.

KRITÉRIUM	METODA POŘADÍ				BODOVACÍ METODA		
	i	Pořadí	$b_i$	$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$	i	$b_i$	$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$
$f_1$	1	4	2	$2/15 = 0,13$	1	2,5	$2,5/25 = 0,10$
$f_2$	2	3	3	$3/15 = 0,20$	2	5	$5/25 = 0,20$
$f_3$	3	1	5	$5/15 = 0,33$	3	10	$10/25 = 0,40$
$f_4$	4	2	4	$4/15 = 0,27$	4	7,5	$7,5/25 = 0,30$
$f_5$	5	5	1	$1/15 = 0,07$	5	0	$0/25 = 0$
SOUČET	x	x	15	1	x	25	1

interval ohodnocení <0;10>

*Zdroj: vlastní zpracování*

**Tabulka 7** Metody odhadu vah pro podnik NOP s.r.o.

KRITÉRIUM	METODA POŘADÍ				BODOVACÍ METODA		
	i	Pořadí	$b_i$	$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$	i	$b_i$	$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$
$f_1$	1	1 - 3	4	$4/15 = 0,27$	1	10	$10/30 = 0,33$
$f_2$	2	1 - 3	4	$4/15 = 0,27$	2	10	$10/30 = 0,33$
$f_3$	3	1 - 3	4	$4/15 = 0,27$	3	10	$10/30 = 0,33$
$f_4$	4	4 - 5	1,5	$1,5/15 = 0,10$	4	0	$0/30 = 0$
$f_5$	5	4 - 5	1,5	$1,5/15 = 0,10$	5	0	$0/30 = 0$
SOUČET	x	x	15	1	x	30	1

interval ohodnocení <0;10>

*Zdroj: vlastní zpracování*

**Tabulka 8** Metody odhadu vah pro podnik XYZ s.r.o.

KRITÉRIUM	METODA POŘADÍ				BODOVACÍ METODA		
	i	Pořadí	$b_i$	$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$	i	$b_i$	$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$
$f_1$	1	1 - 3	4	$4/15 = 0,27$	1	10	$10/42,5 = 0,24$
$f_2$	2	4	2	$2/15 = 0,13$	2	7,5	$7,5/42,5 = 0,18$
$f_3$	3	1 - 3	4	$4/15 = 0,27$	3	10	$10/42,5 = 0,24$
$f_4$	4	5	1	$1/15 = 0,07$	4	5	$5/42,5 = 0,12$
$f_5$	5	1 - 3	4	$4/15 = 0,27$	5	10	$10/42,5 = 0,24$
SOUČET	x	x	15	1	x	42,5	1

interval ohodnocení  $\langle 0;10 \rangle$

*Zdroj: vlastní zpracování*

### 4.3.2 Lexikografická metoda

Výsledkem této metody je optimální varianta  $a_n$ , která je i s ostatními variantami posuzována postupně od nejdůležitějšího kritéria po nejméně důležité. Principem metody je výběr z množiny variant  $A$  ty varianty, které podle nejvýznamnějšího kritéria dosahují maximální hodnoty. Tímto výběrem vznikne podmnožina  $A^{(1)}$ ,  $A^{(1)} \subset A$ , která již může obsahovat pouze jednu vhodnou variantu a v tomto případě je získán výsledek (optimální varianta). Pokud ovšem podmnožina  $A^{(1)}$  obsahuje více variant, postupuje se dále vytvořením podmnožiny  $A^{(2)}$  a to výběrem vhodných variant podle druhého nejvýznamnějšího kritéria z podmnožiny  $A^{(1)}$ ,  $A^{(2)} \subset A^{(1)}$ . Takto se postupuje, dokud nezůstane jedna vhodná varianta (označována za optimální), nebo dokud nejsou vyčerpána všechna uvažovaná kritéria. V tomto případě je výsledkem více optimálních variant [17; 18].

Vyhodnocení dotazníku návrhu informačního systému na podporu skladového řízení pomocí lexikografické metody bylo provedeno na základě skript od autorů Fiala, Jablonský a Maňas [17].

Před samotným výpočtem metody je potřeba uvést všechny informace, s kterými se bude pracovat. Tedy v případě této práce se hodnotí 5 informačních systémů na podporu skladového řízení  $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$  podle 5 kritérií:

$f_1$  : podpora plně automatizovaných manipulačních systémů,

$f_2$  : redukce počtu manipulací Cross-dock,

$f_3$  : mapa skladu (navigace skladem),

$f_4$  : možnost podepisování dokumentů na displeji terminálu,

$f_5$  : integrace na cizí ERP a další systémy.

Kritériální matice je vyjádřena ve tvaru:  $Y = (y_{ij})$ , kde  $i = 1; 2; \dots; p$ ,  $j = 1; 2; \dots; k$ . Pokud daná varianta (informační systém)  $a_n$  splňuje určité kritérium, do matice je zapsáno číslo 1. Pokud kritérium nesplňuje, je zapsáno číslo 0. Z toho vyplývá, že maximální hodnota pro každé kritérium bude číslo 1.

$$\begin{array}{ccccc}
 & f_1 & f_2 & f_3 & f_4 & f_5 \\
 Y = & \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{13} & y_{14} & y_{15} \\ y_{21} & y_{22} & y_{23} & y_{24} & y_{25} \\ y_{31} & y_{32} & y_{33} & y_{34} & y_{35} \\ y_{41} & y_{42} & y_{43} & y_{44} & y_{45} \\ y_{51} & y_{52} & y_{53} & y_{54} & y_{55} \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

### **Podnik ABC s.r.o.**

Podnik ABC s.r.o. uspořádal kritéria podle důležitosti následovně:  $f_3 \geq f_2 \geq f_4 \geq f_1 \geq f_5$ .

Na základě nejdůležitějšího kritéria  $f_3$  vznikne množina  $A^{(1)} = \{a_2, a_3, a_4\}$ .

Druhým nejdůležitějším kritériem je  $f_2$ , vznikne tedy množina  $A^{(2)} = \{a_3, a_4\}$ .

Třetím kritériem v pořadí je  $f_4$ , vznikne množina  $A^{(3)} = \{a_3\}$ .

Vzhledem k tomu, že množina  $A^{(3)}$  obsahuje pouze jeden prvek, považujeme  $a_3$  za optimální variantu. Tedy na základě této metody je podniku ABC s.r.o. doporučován informační systém Gatema WMS.



### **Podnik DEF s.r.o.**

Podnik DEF s.r.o. uspořádal kritéria podle důležitosti následovně:  $f_1 \geq f_3 \geq f_2 \geq f_4 \geq f_5$ .

Na základě nejdůležitějšího kritéria  $f_1$  vznikne množina  $A^{(1)} = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$ .

Dalším kritériem je  $f_3$ , vznikne tedy množina  $A^{(2)} = \{a_2, a_3, a_4\}$ .

Na základě třetího kritéria  $f_2$  vznikne množina  $A^{(3)} = \{a_3, a_4\}$ .

Dalším kritériem v pořadí je  $f_4$ , vznikne množina  $A^{(4)} = \{a_3\}$ .

Množina  $A^{(4)}$  obsahuje pouze jeden prvek a to  $a_3$ , kterou tedy považujeme za optimální variantu. Podniku DEF s.r.o. je na základě této metody doporučován informační systém Gatema WMS.

### **Podnik KLM s.r.o.**

Podnik KLM s.r.o. uspořádal kritéria podle důležitosti následovně:  $f_3 \geq f_4 \geq f_2 \geq f_1 \geq f_5$ .

Nejdůležitějším kritériem pro tento podnik je  $f_3$ , vznikne množina  $A^{(1)} = \{a_2, a_3, a_4\}$ .

Dalším důležitým kritériem je  $f_4$ , vznikne tedy množina  $A^{(2)} = \{a_3\}$ .

V tomto případě nebylo potřeba dalších počtů, jelikož již druhá množina obsahuje pouze jeden prvek a to  $a_3$ . Tedy již třetímu podniku je doporučováno využívat informační systém Gatema WMS.

### **Podnik NOP s.r.o.**

Podnik NOP s.r.o. uspořádal kritéria podle důležitosti následovně:  $f_1 \geq f_2 \geq f_3 \geq f_4 \geq f_5$ .

Nejdůležitějšího kritéria je  $f_1$ , vznikne tedy množina  $A^{(1)} = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$ .

Dalším kritériem v pořadí je  $f_2$ , vznikne množina  $A^{(2)} = \{a_3, a_4\}$ .

Na základě dalšího kritéria  $f_3$  vznikne množina  $A^{(3)} = \{a_3, a_4\}$ , tedy nebyla žádná varianta.

Na základě čtvrtého kritéria v pořadí  $f_4$  vznikne množina  $A^{(4)} = \{a_3\}$ .

Podniku NOP s.r.o. je tedy doporučován informační systém Gatema WMS stejně jako předchozím podnikům.

### **Podnik XYZ s.r.o.**

Podnik XYZ s.r.o. uspořádal kritéria podle důležitosti následovně:  $f_1 \geq f_3 \geq f_5 \geq f_2 \geq f_4$ .

Nejdůležitějšího kritéria je  $f_1$ , vznikne tedy množina  $A^{(1)} = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$ .

Na základě dalšího kritéria  $f_3$  vznikne množina  $A^{(2)} = \{a_2, a_3, a_4\}$ .

Dalším kritériem v pořadí je  $f_5$ , vznikne množina  $A^{(3)} = \{a_4\}$ .

Podniku XYZ s.r.o. je tedy na základě množiny  $A^{(3)}$  doporučována varianta  $a_4$ . Jedná se tedy o informační systém HighJump Warehouse Edge.

Na základě výsledků u jednotlivých podniků je možné říci, že nejlepším informačním systémem na podporu skladového řízení je systém Gatema WMS. Tento systém by si podle lexikografické metody měly vybrat čtyři podniky z pěti, pouze jednomu podniku byl doporučován systém HighJump Warehouse Edge. Zde se právě odráží důsledky jednoduchosti této metody, jelikož se zde nepřihlíží k hodnotám dosaženým podle dalších kritérií. Metoda také nezohledňuje možnost stejné důležitosti u více kritérií. Z těchto důvodů je vyhodnocení dotazníku uskutečněno znovu a to v následující kapitole s použitím složitější metody ORESTE.

### **4.3.3 Metoda ORESTE**

Tato metoda vyžaduje znalost pořadí kritérií. Výhodou této metody (oproti Lexikografické metodě) je, že metoda zohledňuje stejné ohodnocení důležitosti kritérií i variant, tedy umožňuje kvaziuspořádání kritérií či variant. Výpočet metody ORESTE byl proveden na základě skriptu od autorů Fiala, Jablonský a Mañas [17].

Metodu rozdělujeme do šesti dílčích kroků. V prvním kroku dochází k výpočtu vektoru  $q$  a sestavení matice  $P$ . Jelikož vzniklá matice platí pro všechny podniky stejná, výpočet je proveden pouze jednou. Matice  $P = (p_{ij})$ ,  $i = 1; 2; \dots; p$ ,  $j = 1; 2; \dots; k$ , kde  $p_{ij}$  je pořadí variant  $a_i$  podle kritéria  $f_j$ .

Uspořádání variant podle jednotlivých kritérií a to od nejvyšší hodnoty po nejnižší:

$f_1: a_1 \text{ I } a_2 \text{ I } a_3 \text{ I } a_4 \text{ P } a_5$ ,

$f_2: a_3 \text{ I } a_4 \text{ I } a_5 \text{ P } a_1 \text{ I } a_2$ ,

$f_3: a_2 \text{ I } a_3 \text{ I } a_4 \text{ P } a_1 \text{ I } a_5$ ,

f<sub>4</sub>: a<sub>1</sub> I a<sub>3</sub> P a<sub>2</sub> I a<sub>4</sub> I a<sub>5</sub>,

f<sub>5</sub>: a<sub>1</sub> I a<sub>4</sub> I a<sub>5</sub> P a<sub>2</sub> I a<sub>3</sub>.

Na základě uspořádaných variant je možné odvodit matici P:

$$P = \begin{bmatrix} 2,5 & 4,5 & 4,5 & 1,5 & 2 \\ 2,5 & 4,5 & 2 & 4 & 4,5 \\ 2,5 & 2 & 2 & 1,5 & 4,5 \\ 2,5 & 2 & 2 & 4 & 2 \\ 5 & 2 & 4,5 & 4 & 2 \end{bmatrix}$$

### **Podnik ABC s.r.o.**

V prvním kroku výpočtu metody ORESTE dochází k sestavení vektoru „q“, který se odvozuje z pořadových čísel kritérií. Toto pořadí kritérií pro jednotlivé subjekty je již zobrazené v tabulkách 4 – 8 v podkapitole „Metody odhadu vah“. Z toho důvodu nejsou v další části práce tato pořadí znovu zapsána, je zde tedy rovnou odvozen vektor  $q = (4,5; 2,5; 1; 2,5; 4,5)$ .

V druhém kroku dochází k výpočtu matice vzdáleností od fiktivního začátku, tato matice je značena  $D = (d_{ij})$ . K tomuto kroku potřebujeme znát hodnoty vypočítané v prvním kroku, tedy vektor  $q$  a matici  $P$ .

$d_{ij} = \left[ \frac{(p_{ij})^r}{2} + \frac{(q_j)^r}{2} \right]^{1/r}$ , kde  $r$  je reálné číslo (obvykle se používá  $r = 3$  – měření vzdálenosti tzv. Dujmovičovou metodou)

Výpočet matice  $D$  pro daný příklad (výpočet opakujících se hodnot je zapsán pouze jednou):

$$d_{11} = \left[ \frac{(p_{11})^3}{2} + \frac{(q_1)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2,5)^3}{2} + \frac{(4,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [7,81 + 45,56]^{1/3} = 17,79$$

$$d_{51} = \left[ \frac{(p_{51})^3}{2} + \frac{(q_1)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(5)^3}{2} + \frac{(4,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [62,50 + 45,56]^{1/3} = 36,02$$

$$d_{12} = \left[ \frac{(p_{12})^3}{2} + \frac{(q_2)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4,5)^3}{2} + \frac{(2,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [45,56 + 7,81]^{1/3} = 17,79$$

$$d_{32} = \left[ \frac{(p_{32})^3}{2} + \frac{(q_2)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2)^3}{2} + \frac{(2,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [4 + 7,81]^{1/3} = 3,94$$

$$d_{13} = \left[ \frac{(p_{13})^3}{2} + \frac{(q_3)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4,5)^3}{2} + \frac{(1)^3}{2} \right]^{1/3} = [45,56 + 0,50]^{1/3} = 15,35$$

$$d_{23} = \left[ \frac{(p_{23})^3}{2} + \frac{(q_3)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2)^3}{2} + \frac{(1)^3}{2} \right]^{1/3} = [4 + 0,50]^{1/3} = 1,50$$

$$d_{14} = \left[ \frac{(p_{14})^3}{2} + \frac{(q_4)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(1,5)^3}{2} + \frac{(2,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [1,69 + 7,81]^{1/3} = 3,17$$

$$d_{24} = \left[ \frac{(p_{24})^3}{2} + \frac{(q_4)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4)^3}{2} + \frac{(2,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [32 + 7,81]^{1/3} = 13,27$$

$$d_{15} = \left[ \frac{(p_{15})^3}{2} + \frac{(q_5)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2)^3}{2} + \frac{(4,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [4 + 45,56]^{1/3} = 16,52$$

$$d_{25} = \left[ \frac{(p_{25})^3}{2} + \frac{(q_5)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4,5)^3}{2} + \frac{(4,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [45,56 + 45,56]^{1/3} = 30,37$$

$$D = \begin{bmatrix} 17,79 & 17,79 & 15,35 & 3,17 & 16,52 \\ 17,79 & 17,79 & 1,50 & 13,27 & 30,37 \\ 17,79 & 3,94 & 1,50 & 3,17 & 30,37 \\ 17,79 & 3,94 & 1,50 & 13,27 & 16,52 \\ 36,02 & 3,94 & 15,35 & 13,27 & 16,52 \end{bmatrix}$$

Ve třetím kroku dochází k uspořádání hodnot z matice D vzestupně a jejich ohodnocení pořadovými čísly. Tato nově vzniklá matice se značí R:

$$R = \begin{bmatrix} 19,5 & 19,5 & 12,5 & 4,5 & 15 \\ 19,5 & 19,5 & 2 & 10 & 23,5 \\ 19,5 & 7 & 2 & 4,5 & 23,5 \\ 19,5 & 7 & 2 & 10 & 15 \\ 25 & 7 & 12,5 & 10 & 15 \end{bmatrix}$$

Dále na základě matice R dochází k sečtení hodnoty  $r_i$  pro každou variantu. Výsledné hodnoty se uspořádají od nejnižší k nejvyšší a tím se získá uspořádání variant.

$$r_1 = 19,5 + 19,5 + 12,5 + 4,5 + 15 = 71$$

$$r_2 = 19,5 + 19,5 + 2 + 10 + 23,5 = 74,5$$

$$r_3 = 19,5 + 7 + 2 + 4,5 + 23,5 = 56,5$$

$$r_4 = 19,5 + 7 + 2 + 10 + 15 = 53,5$$

$$r_5 = 25 + 7 + 12,5 + 10 + 15 = 69,5$$

Uspořádání variant:  $r_4, r_3, r_5, r_1, r_2$

Čtvrtý krok zahrnuje výpočet normalizovaných preferenčních intenzit. Na základě výpočtů  $c_{ij} = \sum_{h \in I_{ij}} (r_{jh} - r_{ih})$  jsou získány hodnoty preferenčních intenzit.  $I_{ij}$  představuje množinu kritérií, kde  $a_i$  je preferováno před  $a_j$ .

$$c_{12} = \sum_{h \in I_{12}} (r_{2h} - r_{1h}) = \sum_{h \in \{1;2;4;5\}} (r_{2h} - r_{1h}) = r_{21} - r_{11} + r_{22} - r_{12} + r_{24} - r_{14} + r_{25} - r_{15} = 19,5 - 19,5 + 19,5 - 19,5 + 10 - 4,5 + 23,5 - 15 = 14$$

$$c_{13} = \sum_{h \in I_{13}} (r_{3h} - r_{1h}) = \sum_{h \in \{1;4;5\}} (r_{3h} - r_{1h}) = r_{31} - r_{11} + r_{34} - r_{14} + r_{35} - r_{15} = 19,5 - 19,5 + 4,5 - 4,5 + 23,5 - 15 = 8,5$$

$$c_{14} = \sum_{h \in I_{14}} (r_{4h} - r_{1h}) = \sum_{h \in \{1;4;5\}} (r_{4h} - r_{1h}) = r_{41} - r_{11} + r_{44} - r_{14} + r_{45} - r_{15} = 19,5 - 19,5 + 10 - 4,5 + 15 - 15 = 5,5$$

$$c_{15} = \sum_{h \in I_{15}} (r_{5h} - r_{1h}) = \sum_{h \in \{1;3;4;5\}} (r_{5h} - r_{1h}) = r_{51} - r_{11} + r_{53} - r_{13} + r_{54} - r_{14} + r_{55} - r_{15} = 25 - 19,5 + 12,5 - 12,5 + 10 - 4,5 + 15 - 15 = 11$$

$$c_{21} = \sum_{h \in I_{21}} (r_{1h} - r_{2h}) = \sum_{h \in \{1;2;3\}} (r_{1h} - r_{2h}) = r_{11} - r_{21} + r_{12} - r_{22} + r_{13} - r_{23} = 19,5 - 19,5 + 19,5 - 19,5 + 12,5 - 2 = 10,5$$

$$c_{23} = \sum_{h \in I_{23}} (r_{3h} - r_{2h}) = \sum_{h \in \{1;3;5\}} (r_{3h} - r_{2h}) = r_{31} - r_{21} + r_{33} - r_{23} + r_{35} - r_{25} = 19,5 - 19,5 + 2 - 2 + 23,5 - 23,5 = 0$$

$$c_{24} = \sum_{h \in I_{24}} (r_{4h} - r_{2h}) = \sum_{h \in \{1;3;4\}} (r_{4h} - r_{2h}) = r_{41} - r_{21} + r_{43} - r_{23} + r_{44} - r_{24} = 19,5 - 19,5 + 2 - 2 + 10 - 10 = 0$$

$$c_{25} = \sum_{h \in I_{25}} (r_{5h} - r_{2h}) = \sum_{h \in \{1;3;4\}} (r_{5h} - r_{2h}) = r_{51} - r_{21} + r_{53} - r_{23} + r_{54} - r_{24} = 25 - 19,5 + 12,5 - 2 + 10 - 10 = 16$$

$$c_{31} = \sum_{h \in I_{31}} (r_{1h} - r_{3h}) = \sum_{h \in \{1;2;3;4\}} (r_{1h} - r_{3h}) = r_{11} - r_{31} + r_{12} - r_{32} + r_{13} - r_{33} + r_{14} - r_{34} = 19,5 - 19,5 + 19,5 - 7 + 12,5 - 2 + 4,5 - 4,5 = 23$$

$$c_{32} = \sum_{h \in I_{32}} (r_{2h} - r_{3h}) = \sum_{h \in \{1;2;3;4;5\}} (r_{2h} - r_{3h}) = r_{21} - r_{31} + r_{22} - r_{32} + r_{23} - r_{33} + r_{24} - r_{34} + r_{25} - r_{35} = 19,5 - 19,5 + 19,5 - 7 + 2 - 2 + 10 - 4,5 + 23,5 - 23,5 = 18$$

$$c_{34} = \sum_{h \in I_{34}} (r_{4h} - r_{3h}) = \sum_{h \in \{1;2;3;4\}} (r_{4h} - r_{3h}) = r_{41} - r_{31} + r_{42} - r_{32} + r_{43} - r_{33} + r_{44} - r_{34} = 19,5 - 19,5 + 7 - 7 + 2 - 2 + 10 - 4,5 = 5,5$$

$$c_{35} = \sum_{h \in I_{35}} (r_{5h} - r_{3h}) = \sum_{h \in \{1;2;3;4\}} (r_{5h} - r_{3h}) = r_{51} - r_{31} + r_{52} - r_{32} + r_{53} - r_{33} + r_{54} - r_{34} = 25 - 19,5 + 7 - 7 + 12,5 - 2 + 10 - 4,5 = 21,5$$

$$c_{41} = \sum_{h \in I_{41}} (r_{1h} - r_{4h}) = \sum_{h \in \{1;2;3;5\}} (r_{1h} - r_{4h}) = r_{11} - r_{41} + r_{12} - r_{42} + r_{13} - r_{43} + r_{15} - r_{45} = 19,5 - 19,5 + 19,5 - 7 + 12,5 - 2 + 15 - 15 = 23$$

$$c_{42} = \sum_{h \in I_{42}} (r_{2h} - r_{4h}) = \sum_{h \in \{1;2;3;4;5\}} (r_{2h} - r_{4h}) = r_{21} - r_{41} + r_{22} - r_{42} + r_{23} - r_{43} + r_{24} - r_{44} + r_{25} - r_{45} = 19,5 - 19,5 + 19,5 - 7 + 2 - 2 + 10 - 10 + 23,5 - 15 = 21$$

$$c_{43} = \sum_{h \in I_{43}} (r_{3h} - r_{4h}) = \sum_{h \in \{1;2;3;5\}} (r_{3h} - r_{4h}) = r_{31} - r_{41} + r_{32} - r_{42} + r_{33} - r_{43} + r_{35} - r_{45} = 19,5 - 19,5 + 7 - 7 + 2 - 2 + 23,5 - 15 = 8,5$$

$$c_{45} = \sum_{h \in I_{45}} (r_{5h} - r_{4h}) = \sum_{h \in \{1;2;3;4;5\}} (r_{5h} - r_{4h}) = r_{51} - r_{41} + r_{52} - r_{42} + r_{53} - r_{43} + r_{54} - r_{44} + r_{55} - r_{45} = 25 - 19,5 + 7 - 7 + 12,5 - 2 + 10 - 10 + 15 - 15 = 16$$

$$c_{51} = \sum_{h \in I_{51}} (r_{1h} - r_{5h}) = \sum_{h \in \{2;3;5\}} (r_{1h} - r_{5h}) = r_{12} - r_{52} + r_{13} - r_{53} + r_{15} - r_{55} = 19,5 - 7 + 12,5 - 12,5 + 15 - 15 = 12,5$$

$$c_{52} = \sum_{h \in I_{52}} (r_{2h} - r_{5h}) = \sum_{h \in \{2;4;5\}} (r_{2h} - r_{5h}) = r_{22} - r_{52} + r_{24} - r_{54} + r_{25} - r_{55} = 19,5 - 7 + 10 - 10 + 23,5 - 15 = 21$$

$$c_{53} = \sum_{h \in I_{53}} (r_{3h} - r_{5h}) = \sum_{h \in \{2;5\}} (r_{3h} - r_{5h}) = r_{32} - r_{52} + r_{35} - r_{55} = 7 - 7 + 23,5 - 15 = 8,5$$

$$c_{54} = \sum_{h \in I_{54}} (r_{4h} - r_{5h}) = \sum_{h \in \{2;4;5\}} (r_{4h} - r_{5h}) = r_{42} - r_{52} + r_{44} - r_{54} + r_{45} - r_{55} = 7 - 7 + 10 - 10 + 15 - 15 = 0$$

Matice preferenčních intenzit bude tedy vypadat následovně:

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 14 & 8,5 & 5,5 & 11 \\ 10,5 & 0 & 0 & 0 & 16 \\ 23 & 18 & 0 & 5,5 & 21,5 \\ 23 & 21 & 8,5 & 0 & 16 \\ 12,5 & 21 & 8,5 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Dále je potřeba určit maximální hodnotu intenzity  $c^{\max} = k^2(p-1) = 5^2(5-1) = 100$

Matice normalizovaných preferenčních intenzit  $c_{ij}^n = \frac{c_{ij}}{c^{\max}}$ ,  $c_{ij}^n \geq c_{ji}^n$ :

$$c^n = \begin{bmatrix} 0,00 & 0,14 & 0,09 & 0,06 & 0,11 \\ 0,11 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,16 \\ 0,23 & 0,18 & 0,00 & 0,06 & 0,22 \\ 0,23 & 0,21 & 0,09 & 0,00 & 0,16 \\ 0,13 & 0,21 & 0,09 & 0,00 & 0,00 \end{bmatrix}$$

V pátém kroku se provádí test indiference variant, kde platí  $c_{ij}^n \leq \alpha$  a  $c_{ij}^n - c_{ji}^n \leq \beta$ . V případě splnění obou těchto podmínek je možné říci, že varianty  $a_i$  a  $a_j$  jsou navzájem indiferentní, značí se  $a_i$  I  $a_j$ . Nejprve je potřeba určit hodnoty  $\alpha$  a  $\beta$ :

$$\alpha = 0,13 \leq \frac{1}{2(p-1)} ; \beta = 0,05 \leq \frac{1}{k(p-1)}$$

Tedy výpočet pro jednotlivé varianty:

Pro hodnoty  $c_{11}, c_{22}, c_{33}, c_{44}$  a  $c_{55}$  platí vždy, že jsou indiferentní.

$$c_{12} = 0,14 > 0,11 = c_{21} \rightarrow c_{12} > \alpha \rightarrow \text{test nesrovnatelnosti}$$

$$c_{31} = 0,23 > 0,09 = c_{13} \rightarrow c_{31} > \alpha \rightarrow \text{test nesrovnatelnosti}$$

$$c_{41} = 0,23 > 0,06 = c_{14} \rightarrow c_{41} > \alpha \rightarrow \text{test nesrovnatelnosti}$$

$$c_{51} = 0,13 > 0,11 = c_{15} \rightarrow c_{51} = \alpha \rightarrow \text{vzájemná indiference}$$

$$c_{32} = 0,18 > 0,00 = c_{23} \rightarrow c_{32} > \alpha \rightarrow \text{test nesrovnatelnosti}$$

$$c_{42} = 0,21 > 0,00 = c_{24} \rightarrow c_{42} > \alpha \rightarrow \text{test nesrovnatelnosti}$$

$$c_{52} = 0,21 > 0,16 = c_{25} \rightarrow c_{52} > \alpha \rightarrow \text{test nesrovnatelnosti}$$

$$c_{43} = 0,09 > 0,06 = c_{34} \rightarrow c_{43} < \alpha \rightarrow \text{vzájemná indiference}$$

$$c_{35} = 0,22 > 0,09 = c_{53} \rightarrow c_{35} > \alpha \rightarrow \text{test nesrovnatelnosti}$$

$$c_{45} = 0,16 > 0,00 = c_{54} \rightarrow c_{45} > \alpha \rightarrow \text{test nesrovnatelnosti}$$

V posledním kroku (šestém) se provádí test nesrovnatelnosti. Pokud v předchozím kroku nebyla výsledkem vzájemná indiference, platí, že varianty jsou nesrovnatelné, pokud je splněna

podmínka  $\frac{c_{ji}^n}{c_{ij}^n - c_{ji}^n} \geq \gamma$ , tedy  $a_i$  N  $a_j$ . V opačném případě platí  $\frac{c_{ji}^n}{c_{ij}^n - c_{ji}^n} < \gamma$  a jedná se o preferenci jedné varianty nad druhou. Výsledkem je vzniklá matice, kde jsou jednotlivé vztahy variant značeny písmeny I pro indiferenci, N pro nesrovnatelnost, symbol  $>$  v případě

$a_i$  P  $a_j$ , nebo symbol  $<$  pro  $a_j$  P  $a_i$ . Výpočet  $\gamma = 0,75 \geq \frac{k-2}{4}$ .

$$c_{12} = 0,14 > 0,11 = c_{21} \rightarrow \frac{c_{21}}{c_{12} - c_{21}} = \frac{0,11}{0,14 - 0,11} = 3,67 > \gamma \rightarrow a_1 \text{ N } a_2$$

$$c_{31} = 0,23 > 0,09 = c_{13} \rightarrow \frac{c_{13}}{c_{31} - c_{13}} = \frac{0,09}{0,23 - 0,09} = 0,64 < \gamma \rightarrow a_3 \text{ P } a_1$$

$$c_{41} = 0,23 > 0,06 = c_{14} \rightarrow \frac{c_{14}}{c_{41} - c_{14}} = \frac{0,06}{0,23 - 0,06} = 0,35 < \gamma \rightarrow a_4 \text{ P } a_1$$

$$c_{32} = 0,18 > 0,00 = c_{23} \rightarrow \frac{c_{23}}{c_{32}-c_{23}} = \frac{0,00}{0,18-0,00} = 0,00 < \gamma \rightarrow a_3 P a_2$$

$$c_{42} = 0,21 > 0,00 = c_{24} \rightarrow \frac{c_{24}}{c_{42}-c_{24}} = \frac{0,00}{0,21-0,00} = 0,00 < \gamma \rightarrow a_4 P a_2$$

$$c_{52} = 0,21 > 0,16 = c_{25} \rightarrow \frac{c_{25}}{c_{52}-c_{25}} = \frac{0,16}{0,21-0,16} = 3,20 > \gamma \rightarrow a_5 N a_2$$

$$c_{35} = 0,22 > 0,09 = c_{53} \rightarrow \frac{c_{53}}{c_{35}-c_{53}} = \frac{0,09}{0,22-0,09} = 0,70 < \gamma \rightarrow a_3 P a_5$$

$$c_{45} = 0,16 > 0,00 = c_{54} \rightarrow \frac{c_{54}}{c_{45}-c_{54}} = \frac{0,00}{0,16-0,00} = 0,00 < \gamma \rightarrow a_4 P a_5$$

Výsledná matice preferenční analýzy:

$$c^n = \begin{bmatrix} I & N & < & < & I \\ N & I & < & < & N \\ > & > & I & I & > \\ > & > & I & I & > \\ I & N & < & < & I \end{bmatrix}$$

### **Podnik DEF s.r.o.**

*První krok:*  $q = (1,5; 3; 1,5; 4,5; 4,5)$

*Druhý krok:* výpočet matice D pro daný příklad (výpočet opakujících se hodnot je zapsán pouze jednou):

$$d_{11} = \left[ \frac{(p_{11})^3}{2} + \frac{(q_1)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2,5)^3}{2} + \frac{(1,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [7,81 + 1,69]^{1/3} = 3,17$$

$$d_{51} = \left[ \frac{(p_{51})^3}{2} + \frac{(q_1)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(5)^3}{2} + \frac{(1,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [62,50 + 1,69]^{1/3} = 21,40$$

$$d_{12} = \left[ \frac{(p_{12})^3}{2} + \frac{(q_2)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4,5)^3}{2} + \frac{(3)^3}{2} \right]^{1/3} = [45,56 + 13,50]^{1/3} = 19,69$$

$$d_{32} = \left[ \frac{(p_{32})^3}{2} + \frac{(q_2)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2)^3}{2} + \frac{(3)^3}{2} \right]^{1/3} = [4 + 13,50]^{1/3} = 5,83$$

$$d_{13} = \left[ \frac{(p_{13})^3}{2} + \frac{(q_3)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4,5)^3}{2} + \frac{(1,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [45,56 + 1,69]^{1/3} = 15,75$$

$$d_{23} = \left[ \frac{(p_{23})^3}{2} + \frac{(q_3)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2)^3}{2} + \frac{(1,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [4 + 1,69]^{1/3} = 1,90$$



$$d_{14} = \left[ \frac{(p_{14})^3}{2} + \frac{(q_4)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(1,5)^3}{2} + \frac{(4,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [1,69 + 45,56]^{1/3} = 15,75$$

$$d_{24} = \left[ \frac{(p_{24})^3}{2} + \frac{(q_4)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4)^3}{2} + \frac{(4,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [32 + 45,56]^{1/3} = 25,85$$

$$d_{15} = \left[ \frac{(p_{15})^3}{2} + \frac{(q_5)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2)^3}{2} + \frac{(4,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [4 + 45,56]^{1/3} = 16,52$$

$$d_{25} = \left[ \frac{(p_{25})^3}{2} + \frac{(q_5)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4,5)^3}{2} + \frac{(4,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [45,56 + 45,56]^{1/3} = 30,37$$

$$D = \begin{bmatrix} 3,17 & 19,69 & 15,75 & 15,75 & 16,52 \\ 3,17 & 19,69 & 1,90 & 25,85 & 30,37 \\ 3,17 & 5,83 & 1,90 & 15,75 & 30,37 \\ 3,17 & 5,83 & 1,90 & 25,85 & 16,52 \\ 21,40 & 5,83 & 15,75 & 25,85 & 16,52 \end{bmatrix}$$

*Třetí krok:* vytvoření matice R a uspořádání variant:

$$R = \begin{bmatrix} 5,5 & 18,5 & 12,5 & 12,5 & 16 \\ 5,5 & 18,5 & 2 & 22 & 24,5 \\ 5,5 & 9 & 2 & 12,5 & 24,5 \\ 5,5 & 9 & 2 & 22 & 16 \\ 20 & 9 & 12,5 & 22 & 16 \end{bmatrix}$$

$$r_1 = 5,5 + 18,5 + 12,5 + 12,5 + 16 = 65$$

$$r_2 = 5,5 + 18,5 + 2 + 22 + 24,5 = 72,5$$

$$r_3 = 5,5 + 9 + 2 + 12,5 + 24,5 = 53,5$$

$$r_4 = 5,5 + 9 + 2 + 22 + 16 = 54,5$$

$$r_5 = 20 + 9 + 12,5 + 22 + 16 = 79,5$$

Uspořádání variant:  $r_3, r_4, r_1, r_2, r_5$

*Čtvrtý krok:* matice preferenčních intenzit  $C$ , maximální hodnota intenzity  $c^{\max}$  a matice normalizovaných preferenčních intenzit  $c_{ij}^n$ :

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 18 & 8,5 & 9,5 & 24 \\ 10,5 & 0 & 0 & 0 & 25 \\ 20 & 19 & 0 & 9,5 & 34,5 \\ 20 & 18 & 8,5 & 0 & 25 \\ 9,5 & 18 & 8,5 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Maximální hodnota intenzity  $c^{\max} = k^2(p-1) = 5^2(5-1) = 100$

Matice normalizovaných preferenčních intenzit  $c_{ij}^n = \frac{c_{ij}}{c^{\max}}$ :

$$c^n = \begin{bmatrix} 0,00 & 0,18 & 0,09 & 0,10 & 0,24 \\ 0,11 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,25 \\ 0,20 & 0,19 & 0,00 & 0,10 & 0,35 \\ 0,20 & 0,18 & 0,09 & 0,00 & 0,25 \\ 0,10 & 0,18 & 0,09 & 0,00 & 0,00 \end{bmatrix}$$

*Pátý a šestý krok:* test indiference variant a test nesrovnatelnosti (postup výpočtu u podniku ABC s.r.o.):

$$\alpha = 0,13 \leq \frac{1}{2(p-1)}; \beta = 0,05 \leq \frac{1}{k(p-1)}; \gamma = 0,75 \geq \frac{k-2}{4}$$

Výsledná matice preferenční analýzy:

$$c^n = \begin{bmatrix} I & N & N & N & > \\ N & I & < & < & N \\ N & > & I & I & > \\ N & > & I & I & > \\ < & N & < & < & I \end{bmatrix}$$

### **Podnik KLM s.r.o.**

*První krok:*  $q = (4; 3; 1; 2; 5)$

*Druhý krok:* výpočet matice D pro daný příklad (výpočet opakujících se hodnot je zapsán pouze jednou):

$$d_{11} = \left[ \frac{(p_{11})^3}{2} + \frac{(q_1)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2,5)^3}{2} + \frac{(4)^3}{2} \right]^{1/3} = [7,81 + 32]^{1/3} = 13,27$$

$$d_{51} = \left[ \frac{(p_{51})^3}{2} + \frac{(q_1)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(5)^3}{2} + \frac{(4)^3}{2} \right]^{1/3} = [62,50 + 32]^{1/3} = 31,50$$

$$d_{12} = \left[ \frac{(p_{12})^3}{2} + \frac{(q_2)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4,5)^3}{2} + \frac{(3)^3}{2} \right]^{1/3} = [45,56 + 13,50]^{1/3} = 19,69$$

$$d_{32} = \left[ \frac{(p_{32})^3}{2} + \frac{(q_2)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2)^3}{2} + \frac{(3)^3}{2} \right]^{1/3} = [4 + 13,50]^{1/3} = 5,83$$

$$d_{13} = \left[ \frac{(p_{13})^3}{2} + \frac{(q_3)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4,5)^3}{2} + \frac{(1)^3}{2} \right]^{1/3} = [45,56 + 0,50]^{1/3} = 15,35$$

$$d_{23} = \left[ \frac{(p_{23})^3}{2} + \frac{(q_3)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2)^3}{2} + \frac{(1)^3}{2} \right]^{1/3} = [4 + 0,50]^{1/3} = 1,50$$

$$d_{14} = \left[ \frac{(p_{14})^3}{2} + \frac{(q_4)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(1,5)^3}{2} + \frac{(2)^3}{2} \right]^{1/3} = [1,69 + 4]^{1/3} = 1,90$$

$$d_{24} = \left[ \frac{(p_{24})^3}{2} + \frac{(q_4)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4)^3}{2} + \frac{(2)^3}{2} \right]^{1/3} = [32 + 4]^{1/3} = 12$$

$$d_{15} = \left[ \frac{(p_{15})^3}{2} + \frac{(q_5)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2)^3}{2} + \frac{(5)^3}{2} \right]^{1/3} = [4 + 125]^{1/3} = 43$$

$$d_{25} = \left[ \frac{(p_{25})^3}{2} + \frac{(q_5)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4,5)^3}{2} + \frac{(5)^3}{2} \right]^{1/3} = [45,56 + 125]^{1/3} = 56,85$$

$$D = \begin{bmatrix} 13,27 & 19,69 & 15,35 & 1,90 & 43 \\ 13,27 & 19,69 & 1,50 & 12 & 56,85 \\ 13,27 & 5,83 & 1,50 & 1,90 & 56,85 \\ 13,27 & 5,83 & 1,50 & 12 & 43 \\ 31,50 & 5,83 & 15,35 & 12 & 43 \end{bmatrix}$$

*Třetí krok:* vytvoření matice R a uspořádání variant:

$$R = \begin{bmatrix} 13,5 & 18,5 & 16,5 & 4,5 & 22 \\ 13,5 & 18,5 & 2 & 10 & 24,5 \\ 13,5 & 7 & 2 & 4,5 & 24,5 \\ 13,5 & 7 & 2 & 10 & 22 \\ 20 & 7 & 16,5 & 10 & 22 \end{bmatrix}$$

$$r_1 = 5,5 + 18,5 + 12,5 + 12,5 + 16 = 65$$

$$r_2 = 5,5 + 18,5 + 2 + 22 + 24,5 = 72,5$$

$$r_3 = 5,5 + 9 + 2 + 12,5 + 24,5 = 53,5$$

$$r_4 = 5,5 + 9 + 2 + 22 + 16 = 54,5$$

$$r_5 = 20 + 9 + 12,5 + 22 + 16 = 79,5$$

Uspořádání variant:  $r_3, r_4, r_1, r_2, r_5$

*Čtvrtý krok:* matice preferenčních intenzit  $C$ , maximální hodnota intenzity  $c^{\max}$  a matice normalizovaných preferenčních intenzit  $c^n_{ij}$ :

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 8 & 2,5 & 5,5 & 12 \\ 14,5 & 0 & 0 & 0 & 21 \\ 26 & 17 & 0 & 5,5 & 26,5 \\ 26 & 14 & 2,5 & 0 & 21 \\ 11,5 & 14 & 2,5 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{Maximální hodnota intenzity } c^{\max} = k^2(p-1) = 5^2(5-1) = 100$$

Matice normalizovaných preferenčních intenzit  $c^n_{ij} = \frac{c_{ij}}{c^{\max}}$ :

$$c^n = \begin{bmatrix} 0,00 & 0,08 & 0,03 & 0,06 & 0,12 \\ 0,15 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,21 \\ 0,26 & 0,17 & 0,00 & 0,06 & 0,27 \\ 0,26 & 0,14 & 0,03 & 0,00 & 0,21 \\ 0,12 & 0,14 & 0,03 & 0,00 & 0,00 \end{bmatrix}$$

*Pátý a šestý krok:* test indiference variant a test nesrovnatelnosti (postup výpočtu u podniku ABC s.r.o.):

$$\alpha = 0,13 \leq \frac{1}{2(p-1)}; \beta = 0,05 \leq \frac{1}{k(p-1)}; \gamma = 0,75 \geq \frac{k-2}{4}$$

Výsledná matice preferenční analýzy:

$$c^n = \begin{bmatrix} I & N & < & < & I \\ N & I & < & < & N \\ > & > & I & I & > \\ > & > & I & I & > \\ I & N & < & < & I \end{bmatrix}$$

### Podnik NOP s.r.o.

*První krok:*  $q = (2; 2; 2; 4,5; 4,5)$

*Druhý krok:* výpočet matice D pro daný příklad (výpočet opakujících se hodnot je zapsán pouze jednou):

$$d_{11} = \left[ \frac{(p_{11})^3}{2} + \frac{(q_1)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2,5)^3}{2} + \frac{(2)^3}{2} \right]^{1/3} = [7,81 + 4]^{1/3} = 3,94$$

$$d_{51} = \left[ \frac{(p_{51})^3}{2} + \frac{(q_1)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(5)^3}{2} + \frac{(2)^3}{2} \right]^{1/3} = [62,50 + 4]^{1/3} = 22,17$$

$$d_{12} = \left[ \frac{(p_{12})^3}{2} + \frac{(q_2)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4,5)^3}{2} + \frac{(2)^3}{2} \right]^{1/3} = [45,56 + 4]^{1/3} = 16,52$$

$$d_{32} = \left[ \frac{(p_{32})^3}{2} + \frac{(q_2)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2)^3}{2} + \frac{(2)^3}{2} \right]^{1/3} = [4 + 4]^{1/3} = 2,67$$

$$d_{13} = \left[ \frac{(p_{13})^3}{2} + \frac{(q_3)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4,5)^3}{2} + \frac{(2)^3}{2} \right]^{1/3} = [45,56 + 4]^{1/3} = 16,52$$

$$d_{23} = \left[ \frac{(p_{23})^3}{2} + \frac{(q_3)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2)^3}{2} + \frac{(2)^3}{2} \right]^{1/3} = [4 + 4]^{1/3} = 2,67$$

$$d_{14} = \left[ \frac{(p_{14})^3}{2} + \frac{(q_4)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(1,5)^3}{2} + \frac{(4,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [1,69 + 45,56]^{1/3} = 15,75$$

$$d_{24} = \left[ \frac{(p_{24})^3}{2} + \frac{(q_4)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4)^3}{2} + \frac{(4,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [32 + 45,56]^{1/3} = 25,85$$

$$d_{15} = \left[ \frac{(p_{15})^3}{2} + \frac{(q_5)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2)^3}{2} + \frac{(4,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [4 + 45,56]^{1/3} = 16,52$$

$$d_{25} = \left[ \frac{(p_{25})^3}{2} + \frac{(q_5)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4,5)^3}{2} + \frac{(4,5)^3}{2} \right]^{1/3} = [45,56 + 45,56]^{1/3} = 30,37$$

$$D = \begin{bmatrix} 3,94 & 16,52 & 16,52 & 15,75 & 16,52 \\ 3,94 & 16,52 & 2,67 & 25,85 & 30,37 \\ 3,94 & 2,67 & 2,67 & 15,75 & 30,37 \\ 3,94 & 2,67 & 2,67 & 25,85 & 16,52 \\ 22,17 & 2,67 & 16,52 & 25,85 & 16,52 \end{bmatrix}$$

*Třetí krok:* vytvoření matice R a uspořádání variant:

$$R = \begin{bmatrix} 8,5 & 16 & 16 & 11,5 & 16 \\ 8,5 & 16 & 3,5 & 22 & 24,5 \\ 8,5 & 3,5 & 3,5 & 11,5 & 24,5 \\ 8,5 & 3,5 & 3,5 & 22 & 16 \\ 20 & 3,5 & 16 & 22 & 16 \end{bmatrix}$$

$$r_1 = 8,5 + 16 + 16 + 11,5 + 16 = 68$$

$$r_2 = 8,5 + 16 + 3,5 + 22 + 24,5 = 74,5$$

$$r_3 = 8,5 + 3,5 + 3,5 + 11,5 + 24,5 = 51,5$$

$$r_4 = 8,5 + 3,5 + 3,5 + 22 + 16 = 53,5$$

$$r_5 = 20 + 3,5 + 16 + 22 + 16 = 77,5$$

Uspořádání variant:  $r_3, r_4, r_1, r_2, r_5$

*Čtvrtý krok:* matice preferenčních intenzit C, maximální hodnota intenzity  $c^{\max}$  a matice normalizovaných preferenčních intenzit  $c^n$ :

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 19 & 8,5 & 10,5 & 22 \\ 12,5 & 0 & 0 & 0 & 24 \\ 25 & 23 & 0 & 10,5 & 34,5 \\ 25 & 21 & 8,5 & 0 & 24 \\ 12,5 & 21 & 8,5 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{Maximální hodnota intenzity } c^{\max} = k^2(p-1) = 5^2(5-1) = 100$$

Matice normalizovaných preferenčních intenzit  $c_{ij}^n = \frac{c_{ij}}{c^{\max}}$ :

$$c^n = \begin{bmatrix} 0,00 & 0,19 & 0,09 & 0,11 & 0,22 \\ 0,13 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,24 \\ 0,25 & 0,23 & 0,00 & 0,11 & 0,35 \\ 0,25 & 0,21 & 0,09 & 0,00 & 0,24 \\ 0,13 & 0,21 & 0,09 & 0,00 & 0,00 \end{bmatrix}$$

*Pátý a šestý krok:* test indiference variant a test nesrovnatelnosti (postup výpočtu u podniku ABC s.r.o.):

$$\alpha = 0,13 \leq \frac{1}{2(p-1)}; \beta = 0,05 \leq \frac{1}{k(p-1)}; \gamma = 0,75 \geq \frac{k-2}{4}$$

Výsledná matice preferenční analýzy:

$$c^n = \begin{bmatrix} I & N & < & N & N \\ N & I & < & < & N \\ > & > & I & I & > \\ N & > & I & I & > \\ N & N & < & < & I \end{bmatrix}$$

### **Podnik XYZ s.r.o.**

*První krok:*  $q = (2; 4; 2; 5; 2)$

*Druhý krok:* výpočet matice D pro daný příklad (výpočet opakujících se hodnot je zapsán pouze jednou):

$$d_{11} = \left[ \frac{(p_{11})^3}{2} + \frac{(q_1)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2,5)^3}{2} + \frac{(2)^3}{2} \right]^{1/3} = [7,81 + 4]^{1/3} = 3,94$$

$$d_{51} = \left[ \frac{(p_{51})^3}{2} + \frac{(q_1)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(5)^3}{2} + \frac{(2)^3}{2} \right]^{1/3} = [62,50 + 4]^{1/3} = 22,17$$

$$d_{12} = \left[ \frac{(p_{12})^3}{2} + \frac{(q_2)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4,5)^3}{2} + \frac{(4)^3}{2} \right]^{1/3} = [45,56 + 32]^{1/3} = 25,85$$

$$d_{32} = \left[ \frac{(p_{32})^3}{2} + \frac{(q_2)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2)^3}{2} + \frac{(4)^3}{2} \right]^{1/3} = [4 + 32]^{1/3} = 12$$

$$d_{13} = \left[ \frac{(p_{13})^3}{2} + \frac{(q_3)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4,5)^3}{2} + \frac{(2)^3}{2} \right]^{1/3} = [45,56 + 4]^{1/3} = 16,52$$

$$d_{23} = \left[ \frac{(p_{23})^3}{2} + \frac{(q_3)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2)^3}{2} + \frac{(2)^3}{2} \right]^{1/3} = [4 + 4]^{1/3} = 2,67$$

$$d_{14} = \left[ \frac{(p_{14})^3}{2} + \frac{(q_4)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(1,5)^3}{2} + \frac{(5)^3}{2} \right]^{1/3} = [1,69 + 125]^{1/3} = 42,23$$

$$d_{24} = \left[ \frac{(p_{24})^3}{2} + \frac{(q_4)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4)^3}{2} + \frac{(5)^3}{2} \right]^{1/3} = [32 + 125]^{1/3} = 52,33$$

$$d_{15} = \left[ \frac{(p_{15})^3}{2} + \frac{(q_5)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(2)^3}{2} + \frac{(2)^3}{2} \right]^{1/3} = [4 + 4]^{1/3} = 2,67$$

$$d_{25} = \left[ \frac{(p_{25})^3}{2} + \frac{(q_5)^3}{2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{(4,5)^3}{2} + \frac{(2)^3}{2} \right]^{1/3} = [45,56 + 4]^{1/3} = 16,52$$

$$D = \begin{bmatrix} 3,94 & 25,85 & 16,52 & 42,23 & 2,67 \\ 3,94 & 25,85 & 2,67 & 52,33 & 16,52 \\ 3,94 & 12 & 2,67 & 42,23 & 16,52 \\ 3,94 & 12 & 2,67 & 52,33 & 2,67 \\ 22,17 & 12 & 16,52 & 52,33 & 2,67 \end{bmatrix}$$

*Třetí krok:* vytvoření matice R a uspořádání variant:

$$R = \begin{bmatrix} 8,5 & 19,5 & 15,5 & 21,5 & 3,5 \\ 8,5 & 19,5 & 3,5 & 24 & 15,5 \\ 8,5 & 12 & 3,5 & 21,5 & 15,5 \\ 8,5 & 12 & 3,5 & 24 & 3,5 \\ 18 & 12 & 15,5 & 24 & 3,5 \end{bmatrix}$$

$$r_1 = 8,5 + 19,5 + 15,5 + 21,5 + 3,5 = 68,5$$

$$r_2 = 8,5 + 19,5 + 3,5 + 24 + 15,5 = 71$$

$$r_3 = 8,5 + 12 + 3,5 + 21,5 + 15,5 = 61$$

$$r_4 = 8,5 + 12 + 3,5 + 24 + 3,5 = 51,5$$

$$r_5 = 18 + 12 + 15,5 + 24 + 3,5 = 73$$

Uspořádání variant:  $r_4, r_3, r_1, r_2, r_5$

*Čtvrtý krok:* matice preferenčních intenzit C, maximální hodnota intenzity  $c^{\max}$  a matice normalizovaných preferenčních intenzit  $c^n_{ij}$ :

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 14,5 & 12 & 2,5 & 12 \\ 12 & 0 & 0 & 0 & 21,5 \\ 19,5 & 10 & 0 & 2,5 & 24 \\ 19,5 & 19,5 & 12 & 0 & 21,5 \\ 7,5 & 19,5 & 12 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{Maximální hodnota intenzity } c^{\max} = k^2(p-1) = 5^2(5-1) = 100$$

Matice normalizovaných preferenčních intenzit  $c^n_{ij} = \frac{c_{ij}}{c^{\max}}$ :

$$c^n = \begin{bmatrix} 0,00 & 0,15 & 0,12 & 0,03 & 0,12 \\ 0,12 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,22 \\ 0,20 & 0,10 & 0,00 & 0,03 & 0,24 \\ 0,20 & 0,20 & 0,12 & 0,00 & 0,22 \\ 0,08 & 0,20 & 0,12 & 0,00 & 0,00 \end{bmatrix}$$



*Pátý a šestý krok: test indiference variant a test nesrovnatelnosti (postup výpočtu u podniku ABC s.r.o.):*

$$\alpha = 0,13 \leq \frac{1}{2(p-1)} ; \beta = 0,05 \leq \frac{1}{k(p-1)} ; \gamma = 0,75 \geq \frac{k-2}{4}$$

Výsledná matice preferenční analýzy:

$$c^n = \begin{bmatrix} I & N & N & < & I \\ N & I & I & < & N \\ N & I & I & I & N \\ > & > & I & I & > \\ I & N & N & < & I \end{bmatrix}$$

#### 4.4 Porovnání výsledků použitých metod a návrh systému

Tato podkapitola se zabývá porovnáním výsledků získaných vyhodnocením dotazníku metodou ORESTE a Lexikografickou metodou. V níže uvedené tabulce jsou přehledně shrnuty výsledky obou metod pro jednotlivé podniky.

**Tabulka 9** Navrhované systémy jednotlivým subjektům na základě výsledků metod

RESPONDENTI	RESPONDENTI				
	ABC s.r.o.	DEF s.r.o.	KLM s.r.o.	NOP s.r.o.	XYZ s.r.o.
Lexikografická	Gatema WMS	Gatema WMS	Gatema WMS	Gatema WMS	HighJump Warehouse Edge
ORESTE	HighJump Warehouse Edge	Gatema WMS	Gatema WMS	Gatema WMS	HighJump Warehouse Edge

*Zdroj: vlastní zpracování*

Na základě výsledků Lexikografické metody a metody ORESTE lze říci, že nejlépe hodnocený systém na podporu skladového řízení je Gatema WMS. Toto zjištění se dalo předpokládat již z tabulky č. 1, kde je možné vidět, že systém Gatema WMS splňuje čtyři z pěti kritérií. Ovšem to stejné je možné říci i o systému HighJump Warehouse Edge, a proto se nedalo předvídat, který systém bude na základě vyhodnocení dotazníku podnikům doporučen.

V tabulce č. 9 jsou shrnuty výsledky obou metod kvůli lepší přehlednosti. Může se zdát zajímavé, že ačkoli metoda ORESTE je mnohem náročnější na výpočet, zato ale přesnější než Lexikografická metoda, ve většině případů vyšly výsledky obou metod stejně. Tedy je zřejmé, že podnikům DEF s.r.o., KLM s.r.o., a NOP s.r.o. je doporučován systém Gatema WMS. Podniku XYZ s.r.o. na základě obou provedených metod je doporučován systém HighJump Warehouse Edge. Pouze výsledek u podniku ABC s.r.o. vyšel u jednotlivých metod odlišně. V tomto případě je potřeba se zamyslet, která metoda je důvěryhodnější. Jak už bylo řečeno výše, metoda ORESTE je mnohem přesnější a také na rozdíl od Lexikografické metody bere v potaz možnost stejné důležitosti jednotlivých kritérií. Z toho důvodu je doporučován podniku ABC s.r.o. výsledný systém na základě metody ORESTE, tedy HighJump Warehouse Edge.

## ZÁVĚR

Bakalářská práce je zaměřena na analýzu potřeb vybraných podniků splňující požadavky této práce. Na základě těchto potřeb byl pomocí metod vícekritériálního rozhodování doporučen informační systém na podporu skladového řízení (WMS).

Hlavním cílem bakalářské práce bylo navržení informačního systému na podporu skladového řízení na základě vyhodnocení dotazníkového šetření pomocí správně zvolených metod rozhodování. Celkem bylo osloveno dvacet dva podniků a to pomocí rozeslání dotazníku přes emailovou adresu. Z těchto oslovených subjektů bylo ochotno spolupracovat pouze pět podniků a to za podmínky anonymity. Z toho důvodu jsou v této práci jednotlivé podniky označeny pod smyšleným názvem.

Při výběru vhodných systémů na podporu logistiky bylo zaměřeno na informační systémy pro skladové řízení. Toto zaměření vyplývalo z uvědomění si, že ve většině podniků je vybudován skladový prostor. Výjimku mohou tvořit podniky zaměřující se na kusovou výrobu, ovšem takovým subjektům nebyl dotazník posílán. Důvodů, proč v podniku nemusí být vybudován sklad, je samozřejmě více, ovšem autorka předpokládala, že oslovené společnosti skladové prostory vlastní.

K vyhodnocení dotazníkového šetření byly vybrány dvě metody vyžadující ordinální informace o kritériích, tedy znalost pořadí důležitosti kritérií pro jednotlivé subjekty. Jedná se tedy o Lexikografickou metodu a metodu ORESTE. Obě tyto metody došly ve většině případů ke stejnému výsledku, pouze u jednoho subjektu byly výsledky odlišné. V tomto případě se autorka přiklání k výsledku metody ORESTE, jelikož se jedná o mnohem složitější a přesnější postup vyhodnocení než u Lexikografické metody.

Přínosem této práce je zejména teoretické shrnutí informací o metodách vícekritériálního rozhodování využívající ordinální informace o kritériích. Především se jedná o vysvětlení odlišností těchto metod a jejich postupy výpočtu, které jsou následně aplikované na případové studii. Díky zahrnutí pouze nejdůležitějších informací a snaze přehlednosti při výpočtech je možné bakalářskou práci využít jako studijní oporu.

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BASL, J., BLAŽÍČEK, R. *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti*. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4307-3.
- [2] JIRSÁK, P., MERVART, M., VINŠ, M. *Logistika pro ekonomy - vstupní logistika*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2012. ISBN 978-80-7357-958-6.
- [3] LUKOSZOVÁ, X. *Logistické technologie v dodavatelském řetězci*. Praha: Ekopress, 2012. ISBN 978-80-86929-89-7.
- [4] PRŮŠA, P. *Logistický management: cvičebnice: studijní opora*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013. ISBN 978-80-7395-664-6.
- [5] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.
- [6] SIXTA, J., MAČÁT, V. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3.
- [7] POKORNÝ, J. *Databázové systémy a jejich použití v informačních systémech*. Praha: Academia, 1992. ISBN 80-200-0177-8.
- [8] KŘÍŽOVÁ, Elena, Milan GREGOR a Miroslav RAKYTA. *Podniková logistika*. Žilina: Vysoká škola dopravy a spojov, 1994. ISBN 80-7100-201-1.
- [9] KORTSCHAK, Bernd H. *Úvod do logistiky: (Co je logistika?)*. Vyd. 2. Praha: Babtext, 1994. ISBN 80-85816-06-7.
- [10] JUROVÁ, M. *Podniková logistika*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 1993.
- [11] Logistický informační systém. In: *Logistika nejen pro studenty* [online]. c2019 [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <http://logistika.studentske.cz/2009/06/5-logisticky-informacni-system.html>
- [12] LÍBAL, V., KUBÁT, J. *ABC logistiky v podnikání*. Praha: Nadatur, 1994. ISBN 80-85884-11-9.
- [13] Obchodní rejstřík. *Kurzy.cz* [online]. Praha 1: AliaWeb, c2000 [cit. 2019-10-22]. Dostupné z: <https://rejstrik-firem.kurzy.cz>

- [14] *KARAT informační systém* [online]. Přerov: KARAT software, c2006 [cit. 2019-10-28]. Dostupné z: <https://www.karatsoftware.cz/>
- [15] *Gatema* [online]. Boskovice: Gatema, c2017 [cit. 2019-10-29]. Dostupné z: <https://www.gatema.cz/>
- [16] *SystemOnLine* [online]. Brno: CCB, c2001 [cit. 2019-10-29]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/>
- [17] FIALA, Petr, Miroslav MAŇAS a Josef JABLONSKÝ. *Vícekritériální rozhodování*. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1994. ISBN 80-7079-748-7.
- [18] ŠUBRT, Tomáš. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011. ISBN 978-80-7380-345-2.
- [19] HORÁKOVÁ, Helena a Jiří KUBÁT. *Řízení zásob: logistické pojetí, metody, aplikace, praktické úlohy*. 3., přeprac. vyd. Praha: Profess Consulting, [1999]. Poradce controllingu. ISBN 80-85235-55-2.
- [20] *SAP* [online]. Praha: SAP ČR [cit. 2019-11-18]. Dostupné z: <https://www.sap.com/cz/index.html>
- [21] *Stormware* [online]. Jihlava: Stormware, c2019 [cit. 2019-11-18]. Dostupné z: <https://www.stormware.cz/>
- [22] *Kodys* [online]. Praha: Kodys [cit. 2019-11-18]. Dostupné z: <https://www.kodys.cz/>
- [23] *HighJump Warehouse Edge* [online]. Praha: KODYS [cit. 2019-11-18]. Dostupné z: <http://www.accellos.cz/>
- [24] *K2* [online]. Ostrava: K2 atmitec, c2019 [cit. 2019-11-18]. Dostupné z: <https://www.k2.cz/cs>
- [25] *RFgen* [online]. Kalifornie: RFgen software, c2018-2019 [cit. 2019-11-18]. Dostupné z: <https://www.rfgen.com/>

# PŘÍLOHA

## Dotazník výběru informačního systému na podporu skladového řízení

Dotazník obsahuje otázky týkající se informačního systému na podporu skladového řízení (WMS). Na základě těchto odpovědí bude určen nejvíce vyhovující WMS z předem vybraných systémů pro daný subjekt. Data získaná z dotazníku poslouží k vypracování bakalářské práce. Zvolte vždy, prosím, pouze jednu odpověď.

1. Využíváte informační systém na podporu skladového řízení (WMS)?

a) ano (uved'te, prosím) \_\_\_\_\_

b) ne

2. Do jaké míry jsou následující vlastnosti WMS pro váš podnik důležité?

*(známkuje jako ve škole, 1 – velmi, 5 – vůbec)*

2.1 Podpora plně automatizovaných manipulačních systémů:

1	2	3	4	5

2.2 Redukce počtu manipulací Cross-dock:

1	2	3	4	5

2.3 Mapa skladu (navigace skladem):

1	2	3	4	5

2.4 Možnost podepisování dokumentů na displeji terminálu:

1	2	3	4	5

2.5 Integrace na cizí ERP a další systémy:

1	2	3	4	5