



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Marek Piekarz

**MULTIKRITERIÁLNÍ VÝBĚR SILNIČNÍHO
NÁKLADNÍHO VOZIDLA**

2023



K617 **Ústav logistiky a managementu dopravy**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Marek Piekarz

Studijní program (obor/specializace) studenta:

bakalářský – LOG – Logistika a řízení dopravních procesů

Název tématu (česky): **Multikriteriální výběr silničního nákladního vozidla**

Název tématu (anglicky): Multicriteria Selection Of Road Truck Vehicle

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- význam řešeného problému z hlediska optimalizace logistických řetězců,
- vstupní technické a přepravní parametry ovlivňující proces formulace variant,
- teoretická východiska řešení – charakteristika vybraných metod multikriteriálního hodnocení variant,
- aplikace teoretických východisek do podmínek obnovy vozidlového parku konkrétního dopravce provozujícího silniční nákladní dopravu,
- zhodnocení dosažených výsledků.



Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího bakalářské práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: Fotr, J.; Dědina, J.; Hrůzová, H.: Manažerské rozhodování. Praha: EKOPRESS, 2003. ISBN 80-86119-69-6

Jablonský, J.: Operační výzkum. Praha: Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-86946-44-3

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Dušan Teichmann, Ph.D.**
Ing. Martina Kuncová, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: **30. září 2021**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **7. srpna 2023**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

doc. Ing. Tomáš Horák, Ph.D.

vedoucí

Ústavu logistiky a managementu dopravy



prof. Ing. Ondřej Přibyl, Ph.D.

děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Marek Piekarz

jméno a podpis studenta

V Praze dne.....12. prosince 2022

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této bakalářské práce. Zvláště pak děkuji panu doc. Ing. Dušanu Teichmannovi, Ph.D. za odborné vedení a konzultování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mi pomohli sehnat důležité materiály, jmenovitě pak Radce Balousové, Zdeňku Novákovi a Miroslavu Šmídovi. V neposlední řadě děkuji své rodině a blízkým za materiální a morální podporu během celé doby studia.

Prohlášení

Překládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), v plném znění.

V Líbeznicích dne 26. července 2023

.....

Marek Piekarz

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

MULTIKRITERIÁLNÍ VÝBĚR SILNIČNÍHO NÁKLADNÍHO VOZIDLA

bakalářská práce

červenec 2023

Marek Piekarz

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce „Multikriteriální výběr silničního nákladního vozidla“ je najít nejvhodnější silniční nákladní vozidlo, tahač, s podvozkem 6x4 určený k přepravě zásilek ve stavebním sektoru, nabízený na českém trhu. Pomocí tří metod vícekriteriálního hodnocení variant je porovnáváno šest různých vozidel čtyřmi profesionálními názory. Závěrem práce je nalezení optimálního silničního nákladního vozidla pro daný sektor, kterým je tahač MAN TGX.

ABSTRACT

The subject of the bachelor's thesis “Multi-criteria selection of a road truck vehicle” is to find the most suitable road truck, with a 6x4 chassis intended for the transport of parcels in the construction sector, offered on the Czech market. Using three methods of multi-criteria evaluation of variants, six different vehicles are compared by four professional opinions. The conclusion of the work is to find the optimal road truck vehicle for the given sector, which is the MAN TGX.

KLÍČOVÁ SLOVA

vícekriteriální hodnocení variant, tahač, vlastnosti tahače, silniční nákladní vozidlo, rozhodování

KEYWORDS

multi-criteria evaluation of variants, truck, characteristics of the truck, road truck vehicle, decision-making

Obsah

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obsah | 5 |
| Seznam použitých zkratk | 8 |
| 1 Úvod | 9 |
| 2 Multikriteriální hodnocení variant | 11 |
| 2.1 Vícekriteriálního hodnocení variant | 11 |
| 2.1.1 Druhy variant | 12 |
| 2.2 Preference rozhodovatele | 12 |
| 2.2.1 Ordinální informace | 13 |
| 2.2.2 Aspirační úrovně | 13 |
| 2.2.3 Kardinální informace | 13 |
| 2.3 Metody odhadu vah kritérií | 13 |
| 2.3.1 Metoda pořadí a bodovací metoda | 13 |
| 2.3.2 Fullerův trojúhelník a Saatyho metoda | 14 |
| 2.4 Metody vícekriteriálního hodnocení variant | 16 |
| 2.4.1 Metoda váženého součtu | 16 |
| 2.4.2 Metoda TOPSIS | 16 |
| 2.4.3 Metoda AHP | 17 |
| 2.5 Souhrn metod vícekriteriálního hodnocení | 18 |
| 3 Specifikace silničního dopravce | 20 |
| 3.1 Důvody vedoucí k pořízení silničních nákladních vozidel | 20 |
| 3.2 Spektrum různorodosti přepravovaných zásilek | 21 |
| 3.3 Rozsah nabídky silničních nákladních vozidel pro obsluhované spektrum přepravovaných zásilek a vlastnosti těchto vozidel | 21 |
| 3.4 Maximální rozměry a hmotnost přepravovaných zásilek | 22 |
| 3.5 Provozní a přepravní podmínky dopravní infrastruktury pro provoz silničních nákladních vozidel | 22 |
| 3.6 Klimatické podmínky provozu silničních nákladních vozidel | 22 |

| | | |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.7 | Nabídka na trhu silničních nákladních vozidel..... | 23 |
| 3.8 | Souhrn specifikací silničního dopravce | 23 |
| 4 | Silniční nákladní vozidla..... | 24 |
| 4.1 | Základní informace o silničních nákladních vozidlech z pohledu jejich přepravního využití 24 | |
| 4.1.1 | Valníková silniční nákladní vozidla..... | 25 |
| 4.1.2 | Sklopěčková silniční nákladní vozidla | 25 |
| 4.1.3 | Skříňová silniční nákladní vozidla | 26 |
| 4.1.4 | Cisternová silniční nákladní vozidla | 26 |
| 4.1.5 | Tahače | 26 |
| 4.1.6 | Návěs | 27 |
| 4.1.7 | Přívěs | 27 |
| 4.2 | Souhrn silničních nákladních vozidel | 27 |
| 5 | Silniční dopravce | 28 |
| 5.1 | Specifikace silničního dopravce | 28 |
| 5.2 | Profil silničního dopravce | 28 |
| 5.3 | Velikost a hmotnost přepravovaných zásilek..... | 29 |
| 5.3.1 | Přepravované zásilky s obdobnými rozměry a hmotnostmi..... | 29 |
| 5.3.2 | Přepravované zásilky rozdílných rozměrů a hmotností | 29 |
| 5.4 | Provozní a přepravní podmínky | 30 |
| 5.5 | Klimatické podmínky | 31 |
| 5.6 | Souhrn silničního dopravce..... | 31 |
| 6 | Užitkové vlastnosti tahačů | 32 |
| 6.1 | Výkon motoru a točivý moment..... | 32 |
| 6.2 | Hmotnost vozidla a jízdní soupravy..... | 33 |
| 6.3 | Rozměry dolního lůžka v kabině | 34 |
| 6.4 | Výška prostoru kabiny mezi sedadly | 35 |
| 6.5 | Objem palivových nádrží..... | 35 |

| | | |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.6 | Souhrn užitkových vlastností tahačů | 35 |
| 7 | Multikriteriální hodnocení tahačů | 36 |
| 7.1 | Nabídka tahačů na českém trhu a jejich předvýběr | 36 |
| 7.2 | Tahače a jejich parametry..... | 36 |
| 7.2.1 | VOLVO FH16 | 37 |
| 7.2.2 | SCANIA řady S..... | 37 |
| 7.2.3 | Mercedez-Benz Actros L..... | 38 |
| 7.2.4 | DAF XF..... | 38 |
| 7.2.5 | MAN TGX | 39 |
| 7.2.6 | VOLVO FH | 39 |
| 7.3 | Váhy kritérií tahačů | 40 |
| 7.3.1 | Saatyho metoda odhadu vah kritérií podle autora práce | 41 |
| 7.3.2 | Saatyho metoda odhadu vah kritérií podle společnosti Hanyš, s.r.o..... | 42 |
| 7.3.3 | Saatyho metoda odhadu vah kritérií podle společnosti NOSPED, s.r.o..... | 43 |
| 7.3.4 | Saatyho metoda odhadu vah kritérií podle společnosti Miroslav Šmíd, s.r.o. 44 | |
| 7.3.5 | Saatyho metoda odhadu vah kritérií podle řidičky Radky Balousové | 45 |
| 7.4 | Vícekriteriální hodnocení variant..... | 46 |
| 7.4.1 | Hodnocení metodou váženého součtu..... | 46 |
| 7.4.2 | Hodnocení metodou TOPSIS | 51 |
| 7.4.3 | Hodnocení metodou AHP | 62 |
| 7.5 | Porovnávání výsledků všech metod VHV..... | 72 |
| 8 | Závěr | 73 |
| 9 | Použité zdroje..... | 75 |
| 9.1 | Literatura | 75 |
| 9.2 | Internetové zdroje..... | 75 |
| 10 | Seznam tabulek | 77 |

Seznam použitých zkratek

| | |
|-------|------------------------------------|
| D. L. | rozměr dolního lůžka |
| N. P. | nosnost na nápravu |
| O. N. | objem palivových nádrží |
| T. M. | točivý moment |
| VHV | vícekriteriální hodnocení variant |
| V. K. | výška prostoru kabiny mezi sedadly |
| V. M. | výkon motoru |
| VP | vícekriteriální programování |

1 Úvod

S rozhodováním mezi dvěma či více variantami, které mají stejné využití, ale jiné vlastnosti, se každý z nás setkává velmi často. V některých situacích však může mít výsledek rozhodnutí fatální důsledky. Je totiž rozdíl, zda se jedinec rozhoduje mezi čtyřmi sušenkami dle jejich nutričních hodnot nebo zda se provozovatel letecké společnosti rozhoduje o několikamiliardové zakázce mezi dvěma výrobci letadel. Každopádně se v obou situacích dají využít modely hodnocení vícekriteriálních variant, které jsou uvedeny v této bakalářské práci, umožňující nalezení té nevhodnější varianty.

Cílem bakalářské práce je najít nevhodnější tahač, který je určen pro přepravu stavebních materiálů, nadrozměrných i těžkých zásilek. Předpokládá se, že tahač bude provozován převážně na území České republiky a musí být prodáván na českém trhu. Celkově nejlépe hodnocený tahač v bakalářské práci může sloužit jako univerzálně nevhodnější pro firmy podnikající v tomto odvětví na území ČR.

Teoretická část bakalářské práce je obsažena v kapitolách 2 – 6, kde jsou blíže popsány okruhy problematiky spojené s výběrem nevhodnějšího nákladního vozidla. Druhá kapitola specifičtěji pojednává o vícekriteriálním hodnocení, konkrétně jde o preference rozhodovatele, metody odhadu vah kritérií a o metody vícekriteriálního hodnocení variant. Třetí kapitola je zaměřena na specifikaci silničního dopravce. Čtvrtá kapitola charakterizuje silniční nákladní vozidlo a jeho možné modifikace. Jsou zde charakterizována valníková, sklápěčková, skříňová a cisternová silniční nákladní vozidla společně s tahači, návěsy a přívěsy. V páté kapitole je blíže specifikován konkrétní silniční dopravce, který byl modelově navržen pro bakalářskou práci. Je zde popsán jeho profil, očekávané velikosti a hmotnosti přepravovaných zásilek, provozní, přepravní a klimatické podmínky, ve kterých silniční dopravce operuje. V šesté kapitole jsou popsány užitkové vlastnosti tahačů, tj. výkon motoru, točivý moment, hmotnost vozidla, rozměry dolního lůžka, výška prostoru kabiny mezi sedadly a objem palivových nádrží, pomocí kterých jsou jednotlivé tahače hodnoceny.

Sedmá kapitola bakalářské práce obsahuje její praktickou část. V této části práce jsou prezentovány hodnoty jednotlivých parametrů tahačů. V bakalářské práci je navrženo vybírat z tahačů VOLVO FH16, SCANIA řady S, Mercedes-Benz Actros L, DAF XF, MAN TGX a VOLVO FH. Dále se parametry tahačů vždy hodnotí dle čtyř profesionálních názorů a názoru autora bakalářské práce. Výpočty dle názoru autora bakalářské práce slouží jako ukázkové pro výpočty profesionálních názorů. Pomocí ohodnocených kritérií se dále provádí výpočty celkové vhodnosti každého tahače metodou váženého součtu, metodou

TOPSIS a metodou AHP. Každá z těchto metod vyhodnocuje nejvhodnější typ tahače. Následně je provedeno i celkové hodnocení nejvhodnějšího typu tahače.

2 Multikriteriální hodnocení variant

V situacích reálného světa je často rozhodovatel vystaven rozhodovacím situacím, ve kterých je zapotřebí přijímat rozhodnutí posuzovaná z hlediska několika optimalizačních kritérií. Zahrnutí více optimalizačních kritérií zvyšuje přiblížení se realitě v procesu hodnocení a má mnohem větší šanci nalezení vhodného rozhodnutí. Avšak zahrnutí více kritérií představují také určitou komplikaci při rozhodování, protože tato kritéria nemusí být vždy ve vzájemném souladu, tj. varianta nejlépe hodnocená podle jednoho kritéria nemusí být takto hodnocena podle jiného kritéria. Výsledkem pak většinou bývá výběr pouze jedné varianty pro finální rozhodnutí. Vícekriteriální rozhodovací úlohy jsou charakterizovány množinou hodnotících kritérií, množinou variant a řadou vazeb mezi kritérii a variantami.

Úlohy vícekriteriálního hodnocení se dělí na dvě skupiny, a to podle toho, jak je definována množina rozhodovacích variant. **Úlohy vícekriteriálního hodnocení variant (VHV)** jsou takové, u nichž jsou varianty stanoveny jejich konkrétním výčtem nebo seznamem. Naopak varianty, jež jsou určeny soustavou omezujících podmínek, nazýváme **úlohy vícekriteriálního programování (VP)**. [1], str. 271

V bakalářské práci se dále používá pouze skupina VHV.

2.1 Vícekriteriálního hodnocení variant

U VHV je úloha zadána explicitně seznamem variant $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ a seznamem kritérií $Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_k\}$ a hodnocením variant podle jednotlivých kritérií ve tvaru tzv. *kriteriální matice*:

$$\begin{array}{cccc} Y_1 & Y_2 & \dots & Y_k \\ \begin{array}{c} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{array} & \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1k} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2k} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nk} \end{bmatrix} & & \end{array} \quad (1)$$

Cílem je najít takovou variantu, která podle všech kritérií dosáhne co nejlepšího hodnocení.

Kritéria jsou dvojího typu. Buď jsou maximalizační nebo minimalizační. Maximalizační jsou taková, kde jsou lépe hodnoceny varianty s vyšší kriteriální hodnotou a minimalizační taková, u kterých jsou lépe hodnoceny varianty s menší kriteriální hodnotou. Určité metody hodnocení variant vyžadují, aby všechna kritéria v úloze byla stejného typu. Avšak obecně není problém změnit maximalizační na minimalizační či obráceně. [1], str. 271

2.1.1 Druhy variant

- **Ideální (dominovaná) varianta**

Tato varianta je takovou variantou, která je v množině variant nejlépe hodnocená z hlediska všech kritérií.

- **Bazální (základní) varianta**

Bazální varianta je varianta, která je z hlediska všech kritérií hodnocena nejhůře.

- **Nedominovaná varianta**

Nedominovanou variantou se rozumí taková, jež je nejlépe hodnocena alespoň z hlediska alespoň jednoho kritéria vyjma případu, kdy se jedná o ideální variantu (v množině variant není varianta, která by ji dominovala).

- **Kompromisní varianta**

Kompromisní varianta je výběr jedné varianty, která bude východiskem pro závěrečné rozhodnutí. Jde o jistý kompromis z hlediska jednotlivých rozhodovacích kritérií.

Varianta M dominuje variantu N , jestliže platí, že všechny kritériální hodnoty varianty M jsou lepší nebo stejné vzhledem ke kritériálním hodnotám varianty N .

Při hledání nejvhodnější kompromisní varianty stačí používat **varianty nedominované**. Metody pro jejich vyhledávání by tedy měly splňovat následující vlastnosti:

- nalezená kompromisní varianta by měla být nedominovaná,
- každá nedominovaná varianta by měla mít šanci být vybrána jako kompromisní varianta v závislosti na preferenci kritéria. [2], str. 49

2.2 Preference rozhodovatele

Důležitou součástí VHV je modelování preferencí rozhodovatele. Rozhodovatel má určitou představu o tom, čemu dává přednost.

Modelování preferencí rozhodovatele mezi kritérii se dá dělit do 3 kategorií, a to podle požadovaných typů informací od rozhodovatele. Modelování preferencí se děje s využitím **ordinálních informací**, **aspirační úrovně** a **kardinálních informací (vah)**. V práci se dále používají pouze informace kardinální (váhy).

2.2.1 Ordinální informace

U takovýchto informací jde o seřazení kritérií podle důležitosti od nejvíce důležitého kritéria po nejméně důležité kritérium. Metody, které pracují s těmito informacemi, umožňují i tzv. kvaziuspořádání kritérií, které nastává při existenci několika stejně preferovaných kritérií. [2], str. 50

2.2.2 Aspirační úrovně

Tato kategorie preferencí žádá od rozhodovatele poskytnutí informací alespoň o tom, jakých hodnot by měla hodnocená varianta dosáhnout podle jednotlivých kritérií. Varianty, které této aspirační úrovni nedosáhnou, se nazývají neakceptovatelné, a ty, které ano, se nazývají akceptovatelné. Ke kompromisní variantě se dojde přes zvyšování aspirační úrovně rozhodovatelem. [2], str. 50

2.2.3 Kardinální informace

Nejpoužívanější kategorií informací u metod vícekritériálního hodnocení jsou váhy. Rozhodovatel přiřazuje kritériím různou váhu, kde je důležitějšímu kritériu přidělena větší váha. Váhy kritérií je možné popsat váhovým kritériem.

$$v = (v_1, v_2, \dots, v_k), \sum_{i=1}^k v_i = 1, v_i \geq 0, [2], \text{ str. 51}$$

2.3 Metody odhadu vah kritérií

Ve většině případů je velmi obtížné získat od rozhodovatele přímo hodnoty vah. Nástrojem pro správné určení hodnot vah jsou potom metody, které konstruují odhady vah kritérií na základě subjektivních informací rozhodovatele.

2.3.1 Metoda pořadí a bodovací metoda

Obě následující metody jsou založeny na principu přímého vyjádření preferencí mezi kritérii.

Metoda pořadí

Metoda pořadí požaduje od rozhodovatele uspořádat váhy kritérií tak, že nejdůležitějšímu kritériu z existujících k kritérií je přiřazeno číslo k , druhému nejdůležitějšímu $k - 1$ a nejméně důležitému kritériu je přiřazeno číslo 1. Váhu kritéria $i = 1, \dots, k$ označenou jako v_i lze vyjádřit pomocí vztahu (2):

$$v_i = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^k p_i}, i = 1, \dots, k \quad (2)$$

[1], str. 275

Příklad 1: Odhad vah kritérií pro výběr rodinného automobilu.

Kritéria: objem zavazadlového prostoru, výkon motoru, maximální rychlost, cena, manuální převodovka, spotřeba

Ohodnocení kritérií: objem zavazadlového prostoru – 6, výkon motoru – 3, maximální rychlost – 1, cena – 4, manuální převodovka – 2, spotřeba – 5

Odhad vah kritérií podle vzorce (1.2): objem zavazadlového prostoru – 0,286, výkon motoru – 0,143, maximální rychlost – 0,048, cena – 0,190, manuální převodovka – 0,095, spotřeba – 0,238

Bodovací metoda

U bodovací metody rozhodovatel určuje váhu kritéria číslem z určitého předem definovaného intervalu, např.: $\langle 1; 10 \rangle$, kde hodnotou 1 se ohodnotí nejméně důležité kritérium a hodnotou 10 nejdůležitější kritérium. Postup odhadu vah je stejný jako u **metody pořadí**. [1], str. 275

2.3.2 Fullerův trojúhelník a Saatyho metoda

U následujících metod se používá párové srovnávání, kde rozhodovatel porovnává kritéria mezi sebou.

Fullerův trojúhelník

V metodě Fullerova trojúhelníku se mezi sebou porovnávají kritéria ve dvojicích a ta, která jsou důležitější, si rozhodovatel pro přehlednost dohodnutým způsobem označuje. Když mají různá kritéria stejnou váhu, rozhodovatel označí obě. Odhad vah kritérií se vypočte stejně jako metody zmíněné výše. [1], str. 275

Saatyho metoda

Saatyho metoda je jednou z nejpoužívanějších metod. Všechny možné dvojice kritérií se mezi sebou porovnávají pomocí celočíselné stupnice 1-9. Číslo 1 se přiděluje dvojici kritérií se stejnou důležitostí, naopak číslo 9 dvojici kritérií s největším rozdílem z hlediska důležitosti. V případě, kdy je kritérium méně důležité než jiné, se důležitost označuje číslem převráceným z dané stupnice. Data z porovnávání se zadávají do takzvané **Saatyho matice** $S = (s_{ij}; i, j = 1, \dots, k)$. Prvky matice jsou potom odhady podílu vah kritérií $i = 1, \dots, k$ a $j = 1, \dots, k$, z čehož plyne, že prvky na hlavní diagonále mají hodnoty 1.

Nespornou výhodou této matice je možnost nejen explicitního vyjádření v číslech, ale také možnost verbálního vyjádření. Tj. když platí $s_{ij} = 1$, kde $i = 1, \dots, k$ a $j = 1, \dots, k$, potom kritérium X_i je stejně důležité jako kritérium X_j , když platí $s_{ij} = 9$, kde $i = 1, \dots, k$ a $j = 1, \dots, k$, potom kritérium X_i je naprosto důležitější než kritérium X_j . Analogicky se dají interpretovat i zbylé hodnoty stupnice.

Důležitou vlastností Saatyho matice je její konzistence, která vyjadřuje, jak jsou její prvky kvalitní. Rovnice výpočtu konzistence je $s_{iq} = s_{ij} \cdot s_{jq}$, kde i, j, q jsou libovolné indexy kritérií. Plně konzistentní maticí se rozumí taková, která má součet vah všech kritérií roven 1. Pro matici $k = 3$ platí: $\frac{v_1}{v_2} = s_{12}, \frac{v_1}{v_3} = s_{13}, \frac{v_2}{v_3} = s_{23}, v_1 + v_2 + v_3 = 1$.

Ověření konzistence Saatyho matice při počtu kritérií $k > 3$ je zpravidla nepodaří, protože hodnoty vzájemného porovnání preferencí kritérií nemusí požadovaným způsobem korespondovat. Proto se pro uvedený počty kritérií jejich váhy odvozují jako vlastní vektor Saatyho matice, který přísluší největšímu vlastnímu číslu Saatyho matice. $Sv = \lambda_{max}v$, kde λ_{max} je největší vlastní číslo a v je hledaný odhad váhového vektoru. U plně konzistentních matic platí: $\lambda_{max} = k$. U ostatních, kde $\lambda_{max} > k$, platí, že čím větší je rozdíl mezi $\lambda_{max} - k$, tím větší je nekonzistentnost Saatyho matice. Je zapotřebí také posoudit, kdy je Saatyho matice stále konzistentní a kdy už ne. Pro tento účel se využívá *index konzistence C.I.*:

$C.I. = \frac{\lambda_{max} - k}{k - 1}$, a platí, že když je $C.I. < 0,1$, pak se Saatyho matice považuje za konzistentní.

Pro sestavu vlastního vektoru Saatyho matice v je zapotřebí obtížného matematického výpočtu, jeho hodnoty je však možno odhadnout pomocí geometrického průměru prvků všech řádků Saatyho matice normalizovaného tak, aby byl součet jeho prvků roven 1, viz vztah (3).

$$v'_i = \left(\prod_{j=1}^k s_{ij} \right)^{1/k}, i = 1, \dots, k,$$

$$v_i = \frac{v'_i}{\sum_{i=1}^k v'_i}, i = 1, \dots, k. \quad (3)$$

[1], str. 276

2.4 Metody vícekritériálního hodnocení variant

Existuje celá řada metod pro VHV, které mají hodnocení postaveno na různých principech. V práci budou dále použity pouze následující metody: **metoda váženého součtu**, **metoda TOPSIS** a **metoda AHP**.

2.4.1 Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu vychází z lineární funkce užitku, kde celkový užitek nabývá hodnot od 0 do 1. Hodnotou 0 je hodnocena varianta užitkově nejhorší a hodnotou 1 užitkově nejlepší. Prvním krokem při aplikaci metody je nahrazení vstupních hodnot y_{ij} *kritériální matice* (1), kde $i = 1, \dots, n$ a $j = 1, \dots, k$, hodnotami y'_{ij} . Z hlediska maximalizačního kritéria $j = 1, \dots, k$ se hodnota užitku varianty $i = 1, \dots, n$ vypočítá podle vztahu (4):

$$y'_{ij} = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j}, i = 1, \dots, n \quad (4)$$

kde D_j je nejnižší a H_j je nejvyšší kritériální hodnota Y_j . Užitek y'_{ij} pro y_{ij} , kde $y_{ij} = D_j$ je roven 0 a užitek y'_{ij} pro y_{ij} , kde $y_{ij} = H_j$ je roven 1. Pro minimalizační kritéria se hodnoty vypočítají podle vztahu (5):

$$y'_{ij} = \frac{H_j - y_{ij}}{H_j - D_j}, i = 1, \dots, n \quad (5)$$

Celkový užitek varianty X_i lze vypočítat jako vážený součet dílčích užiteků dle jednotlivých kritérií podle vztahu (6):

$$X_i = \sum_{j=1}^k v_j y'_{ij}, i = 1, \dots, n \quad (6)$$

[1], str. 280

2.4.2 Metoda TOPSIS

Tato druhá metoda VHV vybírá takovou variantu, která je nejbližší **ideální (dominované) variantě**. Tato varianta je typická vektorem nejlepších kritériálních hodnot, tzn. je nejdále od **bazální (základní) varianty**. Pro práci s touto metodou je zapotřebí, aby byla všechna kritéria pouze maximalizačního nebo minimalizačního charakteru. Minimalizační kritérium jde transformovat na maximalizační, nebo naopak, způsobem, kdy nové kritérium udává rozdíl mezi daným kritériem a tím, podle původní hodnoty, nejhorším. Toto nové kritérium je svou povahou již maximalizační. Metoda TOPSIS se realizuje šesti po sobě jdoucími kroky:

1. Transformace vstupních hodnot y_{ij} *kriteriální matice (1)* na hodnoty r_{ij} vztahem:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{(\sum_{i=1}^n y_{ij}^2)^{1/2}}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, k. \quad (7)$$

2. Výpočty prvků vážené *kriteriální matice* $W = (w_{ij})$ se vypočítají podle vztahu $w_{ij} = v_j \cdot r_{ij}$, kde v_j je váha kritéria Y_j .

3. Podle prvků vážené *kriteriální matice* W se vyhledají ideální a bazální varianta. Ideální s hodnotami (H_1, \dots, H_k) a bazální s hodnotami (D_1, \dots, D_k) , kde $H_j = \max_i(w_{ij})$ a $D_j = \min_i(w_{ij})$, $j = 1, 2, \dots, k$.

4. Vypočítají se vzdálenosti variant vážené matice W od ideální a bazální varianty, pro vzdálenosti varianty X_i , kde $i = 1, \dots, n$, od obou variant podle vzorců (8) a (9):

$$d_i^+ = [\sum_{j=1}^k (w_{ij} - H_j)^2]^{1/2}, i = 1, 2, \dots, n, \quad (8)$$

$$d_i^- = [\sum_{j=1}^k (w_{ij} - D_j)^2]^{1/2}, i = 1, 2, \dots, n. \quad (9)$$

5. Vypočítají se relativní vzdálenosti varianty X_i od bazální varianty c_i , pro relativní vzdálenost varianty X_i , kde $i = 1, \dots, n$, podle vzorce (10):

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}, i = 1, 2, \dots, n. \quad (10)$$

Hodnoty tohoto ukazatele nabývají z intervalu $< 0, 1 >$, hodnotou 0 je zastoupena varianta bazální a hodnotou 1 varianta ideální.

Nejvhodnější variantou je ta, která se ukazatelem c_i nejvíce přibližuje číslu 1, tj. ideální variantě. [1], str. 281

2.4.3 Metoda AHP

Metoda AHP používá párové porovnání prvků na úrovních hierarchické struktury, která je modelem hodnocení. Hierarchická struktura je strukturou lineární obsahující daný počet úrovní, a každá z nich má několik prvků. Úrovně hierarchie jsou uspořádány od obecné ke konkrétní, tj. čím jsou prvky vůči problému obecnější, tím se v hierarchii nacházejí výše a opačně. Pro prvky, které se nacházejí v sousedních úrovních, jsou vytvořeny vazby a vztahy. Pro analýzu rozhodovacího problému této bakalářské práce jsou zapotřebí pouze 3 následující úrovně:

1. Nejvyšší úrovní hierarchie je cíl vyhodnocení, kterým je uspořádání variant.
2. Druhou úrovní jsou hodnotící kritéria, protože na nich závisí cíl vyhodnocování.
3. Třetí úroveň zastupují varianty, které jsou závislé na hodnotících kritériích.

Vztah mezi prvky jednotlivých hierarchií, určuje jejich intenzita, kterou je možné číselně vyjádřit. Jde o dělení počáteční hodnoty, většinou čísla 1, podle preferencí rozhodovatele, který ji rozděluje další úrovní, tj. kritériím, čemuž odpovídá ohodnocení vah kritérií v_j , $j =$

$1, 2, \dots, k$, přičemž jejich součet musí být roven 1. Váhy kritérií se nadále přerozdělují variantám podle toho, do jaké míry jsou tyto varianty podle daného kritéria hodnoceny. Z toho plyne hodnocení třetí úrovně hierarchie $w_{ij}, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, k$, variant. Výsledkem je preferenční index varianty $i = 1, \dots, n$ podle hodnocení kritéria $j = 1, \dots, k$. Jelikož se v procesu přerozděluje počáteční hodnota 1, musí platit:

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

Celkový užitek $U(X_i)$, kde $i = 1, 2, \dots, k$, se vypočte jako:

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

Součet všech užiteků variant musí také být roven 1.

Numerická realizace je založena na párovém porovnání prvků na nejbližší nižší úrovni hierarchie a odvození jejich preferencí z matice párových porovnání probíhá stejným způsobem jako u Saatyho metody, což je uvedeno výše.

Analýza hierarchie probíhá následovně:

1. Pro první úroveň je zapotřebí vytvořit matici párových porovnání prvků druhé úrovně hierarchie, tzn. pro kritéria. Matice je rozměru $k \times k$ a jsou z ní odvozeny váhy kritérií v_j .
2. Pro všechny prvky (kritéria) druhé úrovně hierarchie je zapotřebí vytvořit znovu matici párových porovnání prvků třetí úrovně hierarchie, tzn. pro varianty. Tato matice znázorňuje míru preference jedné varianty před druhou pro dané kritérium. U všech prvků druhé úrovně hierarchie, kterých je k , je vytvořena matice o rozměrech $n \times n$. Posléze jsou z těchto matic odvozeny preferenční indexy w_{ij} .

Nevýhodou metody AHP je vyžadované množství informací od rozhodovatele. Pro hierarchii této práce je zapotřebí zadat $\binom{k}{2} + k \cdot \binom{n}{2}$ párových informací, kde n reprezentuje počet variant a k reprezentuje počet kritérií. [1], str. 282

2.5 Souhrn metod vícekritériálního hodnocení

VHV pomáhá rozhodovatelům při výběru správné varianty. Metody VHV, kterých je celá řada, a které při postupu mohou zohlednit velké množství variant, kritérií a jejich vah, dávají rozhodovateli do rukou vhodný nástroj pro větší objektivizaci procesu rozhodování.

V práci bude dále pro odhad vah kritérií použita Saatyho metoda a pro výběr nejlepší metody budou aplikovány všechny 3 výše zmíněné metody vícekritériálního hodnocení

variant. Důvodem vybrání Saatyho metody pro odhad vah je umožnění vyjádření preferencí rozhodovatele numericky i verbálně.

3 Specifikace silničního dopravce

Každý silniční dopravce je svým způsobem jedinečný, originální. Proto je nedřívě ze všeho zapotřebí ještě před výběrem silničních nákladních vozidel, definovat, jak má silniční dopravce, pro kterého je vícekritériální hodnocení sestaveno, vypadat.

Níže jsou vypsány specifikace, podle kterých lze přiblížit silničního dopravce a zúžit tak výběr silničních nákladních vozidel pro vícekritériální hodnocení. Uvedené specifikace jsou:

- důvody vedoucí k pořízení silničních nákladních vozidel,
- spektrum různorodosti přepravovaných zásilek,
- rozsah nabídky silničních nákladních vozidel pro obsluhované spektrum přepravovaných zásilek a vlastnosti těchto vozidel,
- velikost a hmotnost přepravovaných zásilek,
- provozní a přepravní podmínky dopravní infrastruktury pro provoz silničních nákladních vozidel,
- klimatické podmínky provozu silničních nákladních vozidel, nabídka na trhu silničních nákladních vozidel

3.1 Důvody vedoucí k pořízení silničních nákladních vozidel

V první řadě se musí definovat profil silničního dopravce. Profilem silničního dopravce se rozumí to, zda se jedná o začínajícího silničního dopravce, který nevlastní či si nepronajímá žádná silniční nákladní vozidla nebo o již zavedeného silničního dopravce, který na trhu silniční dopravy operuje již delší dobu.

U zavedeného silničního dopravce je nutno při procesu rozhodování uvést, zda jde o prostou obnovu vozidlového parku nebo rozšiřování vozidlového parku. V případě rozšiřování vozidlového parku je nutno identifikovat, jestli je rozšiřování vozidlové flotily odůvodněno nárůstem množství přepravy stávajícího spektra zásilek, nebo jestli je rozšiřování vozidlové flotily odůvodněno rozšiřováním spektra zásilek. Je samozřejmě možná i kombinace prosté obnovy a rozšiřování vozidlového parku. Také je možností, že se zavedenému silničnímu dopravci nedaří při podnikání dosahovat požadované ziskovosti, a tak je nucen svůj vozidlový park redukovat a pro další podnikání provozovat pouze ta vozidla, která mu umožní požadovanou ziskovost dosáhnout.

U začínajícího silničního dopravce je, analogicky jako u již zavedeného silničního dopravce, důležité znát jaké množství kapitálu může do pořízení vozidlového parku investovat. Dále, má-li záměr vozidla pouze pronajímat nebo nakoupit.

3.2 Spektrum různorodosti přepravovaných zásilek

Dále je zapotřebí se zabývat spektrem různorodosti přepravovaných zásilek. Je totiž rozdíl, jestli má dopravce záměr podnikat pouze v úzkém spektru různorodosti přepravovaných zásilek (**úzce profilovaný silniční dopravce**) či v širokém spektru různorodosti přepravovaných zásilek (**široce profilovaný silniční dopravce**).

V případě úzce profilovaného silničního dopravce, který se zabývá přepravou jednoho nebo menšího počtu typů zásilek s podobnými vlastnostmi, jde o silničního dopravce, který obsluhuje pouze určitý typ zákazníků. Silniční dopravce zpravidla disponuje menším počtem typů silničních nákladních vozidel vhodných pro distribuci pouze určitých typů zásilek.

Široce profilovaný silniční dopravce se zabývá přepravou většího spektra různorodých zásilek. Jedná se o silničního dopravce, který nemá určitý stabilní okruh zákazníků, které obsluhuje a stabilní okruh zásilek, které přepravuje. Silniční dopravce potom zpravidla disponuje rozmanitým vozovým parkem pro pokrytí většího počtu typů zásilek, které přepravuje.

Právě rozmanitost zákazníků, zboží a vozového parku silničního dopravce rozhoduje o tom, jak je silniční dopravce profilován.

3.3 Rozsah nabídky silničních nákladních vozidel pro obsluhované spektrum přepravovaných zásilek a vlastnosti těchto vozidel

Pro dané spektrum přepravovaných zásilek je zpravidla možno využít více typů silničních nákladních vozidel. Je proto na silničním dopravci, aby důkladně zvážil, nejlépe metodou vícekriteriálního hodnocení, jaké silniční nákladní vozidlo je nejvíce vhodné pro přepravu daného spektra zásilek. V případech, že pro dané spektrum dopravcem přepravovaných zásilek existuje jen několik málo druhů silničních nákladních vozidel, má silniční dopravce při výběru silničního nákladního vozidla jednodušší rozhodování. Má-li ovšem silniční dopravce pro dané spektrum jím přepravovaných zásilek na výběr širokou škálu silničních nákladních vozidel, může být pro něj výrazně obtížnější správně posoudit, jaká silniční nákladní vozidla jsou pro něj nejvýhodnější. Právě tento rozhodovací problém mu pomáhá řešit vícekriteriální hodnocení.

Záleží tedy, jaká hlediska při výběru správného silničního nákladního vozidla konkrétního silničního dopravce zajímají, protože různí silniční dopravci požadují od silničních

nákladních vozidel různé charakteristiky, jako jsou např.: cena vozidla, kvalita vozidla, spotřeba vozidla, výkon motoru vozidla, velikost ložného prostoru vozidla, nosnost ložného prostoru vozidla, typ pohonných hmot, cena pojistného, maximální dojezd a další.

3.4 Maximální rozměry a hmotnost přepravovaných zásilek

Maximální rozměry a hmotnost zásilek jsou klíčovými vstupními parametry pro VHV. Záleží totiž, zda je silniční dopravce profilován na menší a pravděpodobně lehčí zásilky, kdy mu pro distribuci těchto zásilek bude stačit standartní silniční nákladní vozidla nebo zda je silniční dopravce profilován na větší a pravděpodobně také těžší zásilky, kdy bude tento silniční dopravce potřebovat více specializovaná robustnější silniční nákladní vozidla.

Může se také stát, že silniční dopravce zvažuje přepravy kombinace těchto dvou druhů zásilek, pak jeho vozový park může obsahovat standartní i specializovaná silniční nákladní vozidla.

3.5 Provozní a přepravní podmínky dopravní infrastruktury pro provoz silničních nákladních vozidel

Při procesu rozhodování je také potřeba od silničního dopravce zjistit, v jakých provozních a přepravních podmínkách budou silniční nákladní vozidla plnit přepravní úkoly, např.: jestli se bude silniční dopravce soustředit na přepravu zásilek převážně v intravilánu, extravilánu nebo v jejich kombinaci a jak kvalitní je dopravní infrastruktura, po které budou přepravy probíhat.

- **extravilán** – jedná se o dopravní cesty typu dálnic, rychlostních silnic, silnic první třídy nebo polních či lesních cest,
- **intravilán** – jedná se o dopravní cesty, které se nacházejí v zastavěných územích, například ve městech.

3.6 Klimatické podmínky provozu silničních nákladních vozidel

Klimatické podmínky jsou rozhodujícím faktorem pro výběr silničních nákladních vozidel. Je totiž značný rozdíl, zda silniční dopravce operuje na území, kde je víceméně neměnné celoroční počasí, nebo zda silniční dopravce operuje na území, kde jsou v různých ročních obdobích výrazně rozdílné klimatické podmínky.

Je mnoho silničních nákladních vozidel, která jsou vyrobena pro provoz ve všech ročních obdobích. Avšak jsou místa, kde tato univerzálně konstrukčně koncipovaná vozidla

„nestačí“ a je zapotřebí použít speciálně upravená vozidla, na jejichž provoz nebudou mít extrémní klimatické podmínky zásadní vliv.

3.7 Nabídka na trhu silničních nákladních vozidel

Jako poslední klíčovou specifikací silničního dopravce pro výběr vhodného vozidla je nabídka vozidel na trhu. Dochází totiž k velkým rozdílům nabízených produktů na různých trzích nejen napříč Evropou, ale i světem. U silničních nákladních vozidel tomu není jinak. Jinak specifikovaná vozidla se prodávají v Evropě, kde jsou velmi přísné normy ohledně znečištění ovzduší a většinou úzké komunikace, než například v Severní Americe či Austrálii, kde naopak nákladní vozidla dosahují větší rozměrů a přepravují rozměrnější a těžší zásilky, mnohdy na úkor znečištění, a také mají k dispozici širší a přímější komunikace. Proto je tak důležité brát zřetel, z jakého trhu se vozidla vybírají.

3.8 Souhrn specifikací silničního dopravce

Pro výběr správného vozidla určitému silničnímu dopravci je ze všeho nejdříve zapotřebí uvedeného silničního dopravce blíže specifikovat. Specifikace dopravce, která byla výše popsána, plně dostačuje k užšímu výběru vozidel pro VHV.

4 Silniční nákladní vozidla

Silniční nákladní vozidla jsou definována jako motorová silniční vozidla se čtyřmi a více koly, která jsou určena pro přepravu nákladu. Silniční nákladní vozidla jsou, podle předpisu EHK, řazena do kategorie *N*. Vozidla kategorie *N* se dále dělí na tři podkategorie, a to podle nejvyšší přípustné hmotnosti silničního nákladního vozidla:

- N_1 – silniční nákladní vozidlo s největší přípustnou hmotností do 3,5 t,
- N_2 – silniční nákladní vozidlo s největší přípustnou hmotností nad 3,5 t do 12 t,
- N_3 – silniční nákladní vozidlo s největší přípustnou hmotností přesahující 12 t. [3]

Do kategorie *N* také spadají tahače, které slouží pro tažení přívěsů a návěsů.

K silničním nákladním vozidlům patří také přívěsy a návěsy, které podle předpisu EHK spadají do kategorie silničních vozidel *O*. Jedná se o přípojná silniční vozidla. Analogicky, jako vozidla kategorie *N*, se také vozidla kategorie *O* dělí na podkategorie, a to podle nejvyšší přípustné hmotnosti přípojného silničního vozidla.

- O_1 – přípojná silniční vozidla s největší přípustnou hmotností do 750 kg včetně,
- O_2 – přípojná silniční vozidla s největší přípustnou hmotností nad 750 kg do 3 500 kg včetně,
- O_3 – přípojná silniční vozidla s největší přípustnou hmotností nad 3 500 kg do 10 000 kg včetně,
- O_4 – přípojná silniční vozidla s největší přípustnou hmotností nad 10 000 kg. [3]

4.1 Základní informace o silničních nákladních vozidlech z pohledu jejich přepravního využití

Při výběru silničního nákladního vozidla je nutné posoudit souvislost daného segmentu přepravy s technickými parametry nákladních silničních vozidel, která jsou pro daný segment přepravy vhodná. Mezi klíčové technické parametry nákladních silničních vozidel ovlivňující přepravu zásilek může například patřit: nosnost vozidla, objem ložného prostoru, velikost ložného prostoru, výkon motoru atd.

Existuje mnoho typů silničních nákladních vozidel, ať už jde o typy silničních nákladních vozidel primárně určených k přepravě určitých typů komodit nebo silniční nákladní vozidla, která jsou více univerzální, a tudíž umožňují přepravit více druhů komodit.

Silniční nákladní vozidla se dají dělit mnoha způsoby. Jeden ze způsobů je popsán výše, a to konkrétně podle největší přípustné hmotnosti. Dalším způsobem dělení silničních nákladních vozidel je podle jejich typu karosérie na nákladní vozidla:

- valníková,
- sklápěčková,
- skříňová,
- cisternová,
- tahače,
- návěsy,
- přívěsy.

4.1.1 Valníková silniční nákladní vozidla

Valníková silniční nákladní vozidla mají nejjednodušší provedení nástavby. Nástavba má formu otevřené vany s rovnou podlahou a otevíratelnými či odmontovatelnými bočnicemi a čelem, kde se dají obě bočnice a zadní čelo otevírat či demontovat nezávisle na sobě. Přední čelo je zpravidla pevně spojeno s tělem valníku. Na valník lze připevnit demontovatelnou konstrukci, kterou je možno přikrýt plachtou. Valník s plachtou má většinou plachtu shrnovací a konstrukce držící plachtu má určitý počet svislých sloupků pro upevnění latí, které slouží k fixaci nákladu. Dále lze také valník zbavit bočnic a zadního čela, pak se hovoří o plošinovém nákladním vozidle. Valníkové silniční nákladní vozidlo může být vybaveno i hydraulickou rukou.

Speciálními typy valníkových silničních nákladních vozidel jsou pick-upy upravené na osobní automobily, kde zpravidla jde otevřít pouze zadní čelo. U těchto vozidel je možná také montáž doplňkové konstrukce na valník, stejně jako u nákladních silničních vozidel. Tato konstrukce je ale tvořena pouze jedním pevným kusem.

Do skupiny valníkových silničních nákladních vozidel patří také nemotorová silniční vozidla, jako jsou přívěsy za osobní automobily, u kterých lze sklápat převážně zadní čelo nebo klasický přívěsový valník za traktor.

4.1.2 Sklápěčková silniční nákladní vozidla

Sklápěčková silniční nákladní vozidla jsou velmi podobná valníkovým. Jedná se také o silniční nákladní vozidla s nástavbou tvaru vany, která má ploché dno a demontovatelné či otevíratelné bočnice a zadní čelo. Rozdíl ve srovnání s valníkovými nástavbami spočívá v tom, že vana reprezentující přepravní prostor sklápěčkových silničních nákladních vozidel se dá sklopit, čímž může být náklad vysypán mimo nástavbu. U sklápěčkových silničních nákladních vozidel se tedy zvyšuje rychlost vykládky. Některá vozidla mohou vanu sklopit nejen přes zadní čelo, ale i přes bočnice. Tento typ silničních nákladních vozidel je vhodný pro přepravu sypkých materiálů.

4.1.3 Skříňová silniční nákladní vozidla

Skříňová silniční nákladní vozidla mají na univerzálním podvozku namontovanou samostatnou skříň s přepravním prostorem. Přístup do přepravního prostoru je možný zadními dveřmi, bočními dveřmi nebo otevíratelnou boční stěnou. Skříňová silniční nákladní vozidla se podle druhu karoserie dělí do tří skupin:

- **vozidla skříňová:** skříňová karoserie vyráběna jako nedílný celek společně s kabinou řidiče,
- **furgony:** furgon je typ karoserie vyráběný stejně jako skříňová karoserie, jedná se tedy také o nedílný celek s kabinou řidiče, ovšem rozdíl spočívá v tom, že v přepážce, která odděluje kabinu řidiče a skříň, jsou umístěny spojovací dveře umožňující průchod z kabiny řidiče do přepravního prostoru a zpět,
- **vozidla se samostatnou skříní:** karoserie je řešena jako dělitelný celek, přepravní prostor i kabina řidiče jsou samostatné.

Do kategorie skříňových nákladních vozidel spadají rovněž izotermická, chladírenská a mrazírenská silniční nákladní vozidla.

4.1.4 Cisternová silniční nákladní vozidla

Cisternová silniční nákladní vozidla jsou velmi specifická vozidla, protože jsou určena pro přepravu kapalin či plynů. Nástavbou těchto silničních nákladních vozidel jsou cisterny (nádře), které mohou být jak ve formě návěsu, tak i přívěsu. Některá cisternová vozidla mohou umožňovat také nakládku a vykládku s využitím hadic a čerpadel. Do této kategorie silničních nákladních vozidel spadají i automíchačky.

4.1.5 Tahače

Tahače jsou motorová silniční vozidla určená k tažení přípojných vozidel a zařízení, která nedisponují vlastním pohonem. Tahače se dají rozdělit na tahače přívěsů a návěsů, kde tahačem přívěsů může být i osobní automobil disponující tažným zařízením. Tahače se mohou rozdělit i podle počtu náprav. V Evropě se lze setkat spíše s tahači se dvěma nápravami, v USA s tahači se třemi nápravami.

Tahače návěsů se dále dělí podle výšky točnice. Tahače mají buď točnici na klasický návěs nebo níže položenou točnici (low-deck), díky které mohou návěs zapojit níže, a umožňovat tak přepravu zásilek s větší výškou.

4.1.6 Návěs

Návěs je nemotorové přípojně silniční nákladní vozidlo, u kterého je, na rozdíl od přívěsu, část jeho hmotnosti přenášena na tahač. Návěs se připevňuje k tahači na točnici. Tato točnice se nachází před zadní nápravou. Při připojení návěsu k tahači vzniká návěsová jízdní souprava. Návěs disponuje hydraulickými podpěrami, které se vysunou, když není návěs připevněn k tahači. Díky těmto podpěrám nemusí být tahač stále připevněn k návěsu během vykládky a nakládky zásilek, což přispívá ke zvýšení jeho dopravního výkonu.

4.1.7 Přívěs

Přívěs je nemotorové přípojně silniční nákladní vozidlo, u kterého se, na rozdíl od návěsu, na tahač přenáší pouze malá část jeho hmotnosti. Přípojně zařízení přívěsu je spojeno s tahačem a přední nápravou přívěsu.

Pořízení přívěsů do vozového parku může zvýšit produktivitu tažné práce a zlepšit ekonomické ukazatele. Nevýhodou však může být délka jízdní soupravy a časté rozpráhování, popřípadě přístup do přívěsu.

Přívěsy jsou svojí ložnou plochou podobné valníkovým nástavbám. Stejně jako návěsy i přívěsy existují v mnoha typech a modifikacích pro různé druhy zásilek.

4.2 Souhrn silničních nákladních vozidel

Silniční nákladní vozidla se dělí do 3 kategorií N podle největší přípustné hmotnosti. K nim patří i přívěsy a návěsy spadající do skupiny O silničních vozidel, které se dělí do 4 kategorií, také podle největší přípustné hmotnosti.

Dále se mohou silniční nákladní vozidla dělit podle jejich přepravního využití, jak je popsáno výše.

5 Silniční dopravce

Jelikož neexistovala možnost aplikace teoretické části bakalářské práce v podmínkách existujícího silničního dopravce, bylo zapotřebí teoretickou část aplikovat na modelového silničního dopravce, který je níže specifikován.

Uvedená specifikace modelového silničního dopravce je provedena tak, aby se VHV dalo názorně demonstrovat.

5.1 Specifikace silničního dopravce

Modelový silniční dopravce je zvolen jako začínající silniční dopravce, který nevlastní žádná silniční nákladní vozidla. Silniční dopravce disponuje již zakoupeným pozemkem s potřebným zázemím pro vykonávání podnikání v silniční nákladní dopravě. Zakoupený pozemek se nachází v Praze 20 – Horních Počernicích u výjezdu E3 dálnice D10. Vlastnosti pozemku umožňují silničnímu dopravci manipulovat s několika návěsovými jízdními soupravami paralelně. Silniční dopravce má záměr silniční nákladní vozidla nakoupit, nikoliv pronajímat. Pro své podnikání má k dispozici dostatek kapitálu.

Pro zjednodušení hledání nabízených vozidel byl okruh výběru omezen na nabídku určenou na trh v ČR.

5.2 Profil silničního dopravce

Z podkapitoly 2.2, ve které jsou uvedeny 2 typy profilů silničních dopravců, je modelový silniční dopravce úzce profilovaný. To znamená, že dopravce plánuje realizovat přepravy zásilek, které jsou svými fyzickými vlastnostmi sobě podobné. Lépe řečeno, podniká pouze v určitém odvětví na trhu silniční nákladní dopravy.

Pro účely bakalářské práce je modelový silniční dopravce profilován do sektoru stavebnictví. Důvodem výběru stavebního sektoru je, že velké množství přepravovaných zásilek v tomto sektoru se přepravuje velmi podobným, nebo zcela stejným, způsobem. I ve stavebním odvětví je možné narazit na komodity, které je potřeba přepravovat velmi specifickým způsobem a pouze speciálními silničními nákladními vozidly, jako je například míchaný beton, který se přepravuje pomocí míchačky, ale o těchto typech přeprav silniční dopravce neuvažuje.

Cílem podnikání silničního dopravce je přeprava přibližně homogenních zásilek z pohledu velikosti a hmotnosti pomocí návěsových jízdních souprav. Cílem přepravy silničního dopravce je převážet co největší množství zásilek najednou, tzn. při využití možného limitu maximální přípustné hmotnosti jízdních souprav.

5.3 Velikost a hmotnost přepravovaných zásilek

Jak bylo již výše zmíněno, silniční dopravce podniká ve stavebním sektoru. Velké množství přepravovaných komodit, kromě určitých výjimek, se v tomto odvětví přepravuje buďto pomocí valníkových vozidel nebo návěsových jízdních souprav. Dané komodity jsou přepravovány přímo na/v úložném prostoru vozidel, či pomocí palet, které slouží pro lepší uskladnění, manipulaci s danou komoditou.

Ve stavebním sektoru se přepravuje velké množství rozdílně rozměrných a hmotnostně rozmanitých zásilek. Ať už jde pouze o malé podložky ke šroubům a maticím nebo o ocelové nosníky o délce několika metrů a hmotnosti několika tun. Veškeré přepravované materiály se dají rozdělit do dvou skupin, a to na zásilky s podobnými rozměry a hmotnostmi nebo na zásilky s rozdílnými velikostmi a hmotnostmi.

5.3.1 Přepravované zásilky s obdobnými rozměry a hmotnostmi

Pro možnost porovnání přepravovaných zásilek o obdobných rozměrech a hmotnostech poslouží paleta. V tomto případě jde konkrétně o europaletu EPAL.

Europaleta EPAL je celosvětově nejpoužívanější směnitelná paleta, avšak nejvíce je využívána v Evropě. Díky svým rozměrům 800 × 1 200 × 144 mm (délka × šířka × výška) je europaleta EPAL vhodná pro přepravu v silniční nákladní dopravě, ale zejména v železniční nákladní dopravě, pro jejíž podmínky byla původně vyrobena. Další důležitou vlastností palety je její nosnost, která je společně s jejími rozměry důležitým faktorem pro srovnávání podobností velikostí a hmotností zásilek, přičemž nosnost palety činí až 2 tuny. Standartní výška nákladu na paletě nepřesahuje 2 000 mm. [4]

Nespornou výhodou těchto palet je fakt, že klasické rozměry nákladových prostor návěsů jsou 13,6 × 2,5 × 3 m (délka × šířka × výška), do kterých se dá rozmístit 34 europalet EPAL.

Pomocí europalety EPAL je možné tak nadále kategorizovat přepravované zásilky podle podobné velikosti a hmotnosti.

5.3.2 Přepravované zásilky rozdílných rozměrů a hmotností

V předchozí podkapitole byly kategorizovány zásilky o obdobných rozměrech a hmotnostech z pohledu přepravních vlastností europalety EPAL. Naopak v této podkapitole jsou popsány přepravované zásilky s atypickými parametry, ať už jde o jejich rozměry, hmotnosti či celkové fyzické vlastnosti.

Přeprava zásilek specifických rozměrů se ve stavebním průmyslu objevuje denně. Dá se s ní setkat převážně při výstavbách velkých kancelářských budov, skladů a hal, nákupních

center a dalších velkých staveb. Dopravci jsou tak často vyzváni k tomu, aby přepravili většinou přímo z výrobních linek hotové stavební komponenty na místo stavby. Co se týče rozdílnosti těchto zásilek v jejich velikosti, většinou dominuje pouze jeden rozměr. Názorným příkladem může být přeprava velkých traverz či různých podpěr, které musí být kvůli zachování svých statických vlastností vyrobeny jako jeden celek. A je právě na dopravci, aby přepravil tyto zásilky přímo z místa výroby na stavbu.

Další příkladem atypičnosti zásilek ve stavebním sektoru je hmotnost zásilek. Jak již je zmíněno v odstavci výše, některé zásilky v tomto sektoru nabývají značných rozměrů, s čímž je většinou spjata i jejich značná hmotnost. Proto dopravce, který uskutečňuje přepravu takto hmotnostně náročných zásilek, musí mít k dispozici patřičná silniční nákladní vozidla pro jejich přepravu. Typickým příkladem hmotnostně náročných zásilek jsou většinou různé jednodusové stavební konstrukce, které se musí přepravit vcelku, neboť neexistuje možnost jejich sestavení v místě určení.

Za nejodlišnější přepravovanou zásilku ve stavebnictví se dá považovat míchaný beton. Jde v podstatě o velmi tuhou kapalinu. Míchaný beton se musí díky svým odlišným vlastnostem a specifickému použití převážet speciálním silničním nákladním vozidlem automíchačkou. Automíchačka je speciální vozidlo pro přepravu míchaného betonu, kterému je v závodech do ložného prostoru (bubny) naléván beton. Tento buben se pak musí během přepravy neustále otáčet, aby nedošlo k nežádoucímu tuhnutí betonu během přepravy.

5.4 Provozní a přepravní podmínky

Provozní a přepravní podmínky jsou pro extravilán a intravilán velmi rozdílné. Proto je důležité přiblížit situace, ve kterých těchto podmínkách silniční dopravce převážně operuje.

Silniční dopravce plánuje omezit své podnikání pouze na území České republiky.

Vzhledem k uvedenému, může, teoreticky, dopravce přepravovat zásilky pro veškeré možné stavby na území České republiky. Z toho vyplývá, že provozní a přepravní podmínky se týkají jak extravilánu, tak intravilánu. Pro výběr vhodných vozidel je posléze nutné zohlednit fakt, že silniční dopravce potřebuje vozidla vhodná pro obsluhu v městech, kde je výhodou zpravidla dobrá manévrovatelnost, ale i pro obsluhu mimo zastavěné plochy, kde je často nezpevněná infrastruktura a vozidlo tak spíše využije výkon motoru.

5.5 Klimatické podmínky

Česká republika se nachází ve střední Evropě v mírném klimatickém podnebí. Neboť se v ČR střídají všechna čtyři roční období, je pro silniční dopravce důležité zvolit taková silniční vozidla, která budou schopna operovat celoročně. S tím může být spojeno i vybavení vozidel. Ať již jde o vybavení kabiny řidiče, tak o vybavení vozidla jako takového. V případě vybavení vozidla je zapotřebí zohlednit, zejména v chladnější polovině roku s častými srážkami, že se vozidlo může při provozu v extravilánu setkat s mnohem náročnější sjízdností terénu, zejména mimo pevnou dopravní infrastrukturu, než jaká je v intravilánu.

5.6 Souhrn silničního dopravce

Silniční dopravce podniká ve stavebním sektoru. Dopravce má sídlo v Praze a plánuje omezit své podnikání pouze na území České republiky. Jeho profilem je přeprava stavebních zásilek, jako např. přeprava z míst výroby do prodejen stavebnin či přímá přeprava zásilek z míst výroby na stavby, což znamená, že silniční dopravce má v plánu být úzce profilovaný.

6 Užitékové vlastnosti tahačů

Předmětem VHV výše specifikovaného silničního vozidla je tahač návěsů.

Pro výběr tahače této bakalářské práce jsou důležité následující vlastnosti:

- výkon motoru a točivý moment,
- hmotnost vozidla a jízdní soupravy,
- rozměry dolního lůžka,
- výška prostoru kabiny mezi sedadly,
- objem palivových nádrží.

Je zapotřebí upozornit, že dané specifikace se týkají pouze tahačů, nikoliv celých jízdních souprav, a že z důvodů silné nespolupráce všech prodejců tahačů na území České republiky byl autor práce nucen vzít v potaz pouze takové vlastnosti vozidel, které poskytovaly webové stránky všech níže použitých prodejců. Prodejci se ve většině případů k nespolupráci vyjádřili z důvodu nedostatku personálu, času nebo se nevyjádřili vůbec.

6.1 Výkon motoru a točivý moment

Výkon motoru a točivý moment motoru jsou dvě nejdůležitější charakteristiky vyjadřující hnací sílu na hnaných kolech. Točivý moment motoru je moment, který je vyvozen na hnací hřídeli. V určitém provozním bodě lze pomocí otáček motoru a točivého momentu motoru vypočítat efektivní výkon motoru. [4]

Točivý moment motoru (Nm)

$$M_M = \frac{i_{Tr} + \eta_{Tr}}{M_A} \frac{[i_{Tr} + \eta_{Tr}]}{[M_A]} = \frac{-}{Nm} = Nm$$

M_M – točivý moment motoru (Nm), M_A – točivý moment na hnaných kolech (Nm), i_{Tr} – celkový převod hnacího ústrojí (-), η_{Tr} – účinnost hnacího ústrojí (-) [4]

Efektivní výkon motoru (kW)

$$P_{eff} = \frac{M_A \cdot n_M}{9550 \cdot i_{Tr} \cdot \eta_{Tr}} \frac{[M_A \cdot n_M]}{[9550 \cdot i_{Tr} \cdot \eta_{Tr}]} = \frac{Nm \cdot min^{-1}}{-} = kW$$

P_{eff} – efektivní výkon motoru (kW), M_A – točivý moment na hnaných kolech (Nm), n_M – otáčky motoru za 1 minutu (min^{-1}), i_{Tr} – celkový převod hnacího ústrojí (-), η_{Tr} – účinnost hnacího ústrojí (-) [5], str. 66

6.2 Hmotnost vozidla a jízdní soupravy

U silničních nákladních vozidel je vlastností, o kterou se kupující zajímá, hmotnost vozidla. Hmotnost vozidla ovlivňuje hned několik dalších vlastností, jako je například spotřeba vozidla, opotřebení pneumatik, zrychlení, brzdná dráha, **nosnost vozidla** a další.

Hmotností vozidla se rozumí pohotovostní hmotnost vozidla, tj. hmotnost vozidla včetně řidiče, plných nádrží provozních kapalin a povinného vybavení.

Největší povolená hmotnost silničních vozidel, podle vyhlášky č.341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, nesmí překročit následující hodnoty: [6]

- u motorových vozidel s dvěma nápravami 18 t,
- u motorových vozidel s třemi nápravami 25 t,
je-li hnací náprava vybavena dvojitou montáží pneumatik a vzduchovým pérováním nebo pérováním uznaným za rovnocenné, nebo pokud je každá hnací náprava opatřena dvojitou montáží pneumatik a maximální zatížení na nápravu nepřekročí 9,50 t 26 t,
- u motorových vozidel s čtyřmi a více nápravami 32 t,
- u přívěsů s dvěma nápravami 18 t,
- u přívěsů se třemi nápravami 24 t,
- u přívěsů s čtyřmi a více nápravami 32 t,
- u dvoučlankových kloubových autobusů 28 t,
- u tříčlankových kloubových autobusů 32 t,
- u jízdních souprav 48 t,
- u pásových vozidel 18 t.

Podle stejné vyhlášky nesmí největší povolená hmotnost na nápravu překročit následující hodnoty: [6]

- u jednotlivé nehnací nápravy, 10 t
- u jednotlivé hnací nápravy, 11 t
- u dvojnápravy motorových vozidel součet zatížení obou náprav dvojnápravy nesmí překročit při jejich dílčím rozvoru
 - < 1 m 11,5 t,
 - $\geq 1 \text{ m} \wedge < 1,3 \text{ m}$ 16 t,
 - $\geq 1,3 \text{ m}$ 18 t,
 - $\geq 1,3 \text{ m} \wedge < 1,8 \text{ m}$ je-li hnací náprava vybavena dvojitou montáží pneumatik a vzduchovým pérováním nebo pérováním uznaným

za rovnocenné nebo pokud je každá hnací náprava opatřena dvojitou montáží pneumatik a maximální zatížení na nápravu nepřekročí 9,50 t

19 t,

- u dvojnápravy přípojných vozidel součet zatížení obou náprav dvojnápravy nesmí překročit při jejím dílčím rozvoru
 - < 1 m 11 t,
 - $\geq 1 \text{ m} \wedge < 1,3 \text{ m}$ 16 t,
 - $\geq 1,3 \text{ m}$ 18 t,
- u trojnápravy přípojných vozidel součet zatížení tří náprav trojnápravy nesmí překročit při jejich dílčím rozvoru jednotlivých náprav
 - $\leq 1,3 \text{ m}$ 21 t,
 - $> 1,3 \text{ m} \wedge \leq 1,4 \text{ m}$ 24 t.

Dvojnápravou se rozumí dvě za sebou umístěné nápravy, jejichž středy jsou při přípustné hmotnosti od sebe vzdáleny (dílčí rozvor) nejvýše 1,8 m. Trojnápravou se rozumí tři za sebou umístěné nápravy, jejichž součet dílčích rozvorů činí nejvýše 2,8 m. Hmotnost připadající na jednu nápravu dvojnápravy a trojnápravy přípojných vozidel nesmí překročit 10 t. [6]

Z výše zmíněné vyhlášky je patrné, že maximální povolená hmotnost jízdní soupravy na pozemních komunikacích ČR je 48 t.

V práci je posléze tato vlastnost (**hmotnost vozidla a jízdní soupravy**) reprezentována údaji o maximálním povoleném zatížení podvozku.

6.3 Rozměry dolního lůžka v kabině

Většina nabízených kabin tahačů je dostatečně prostorná pro vybavení lůžky ke spaní. Právě ty jsou čtvrtým hodnotícím vstupním parametrem, konkrétně lůžko dolní, které bývá zpravidla větší než lůžko horní. Důvodem pro vybrání tohoto parametru je důležitost relaxace a odpočinku řidiče při dlouhých a náročných cestách.

Šířka lůžka je vždy měřena v jeho nejužším místě.

Šířka lůžka je udávána v milimetrech.

6.4 Výška prostoru kabiny mezi sedadly

Pátým hodnotícím parametrem vícekriteriálního hodnocení je výška prostoru v kabině. Výška prostoru v kabině je velmi důležitá z hlediska pohodlí pro řidiče či spolujezdce. Ne vždy může řidič během svých přestávek pobývat mimo kabinu vozidla, a přesto se potřebuje protáhnout či chvíli postavit. Výška v kabině je proto důležitá z hlediska fyzického pohodlí řidiče.

Pro snadné porovnání výšek prostoru kabiny byla zvolena výška prostoru mezi sedadly řidiče a spolujezdce, tzn. nad sloupkem motoru.

Výška prostoru mezi sedadly je měřena v milimetrech.

6.5 Objem palivových nádrží

Objem palivových nádrží je šestým a posledním parametrem hodnocení. Na objemu palivových nádrží závisí hmotnost vozidla a dojezd.

Objem palivových nádrží je uváděn v litrech.

Dojezdem vozidla se rozumí vzdálenost, jakou je vozidlo za předem stanovených podmínek schopno ujet na plnou nádrž. Dojezd vozidla je přímo úměrný jeho spotřebě paliva a objemu palivových nádrží. Pro výpočet dojezdu vozidla v metrickém systému platí následující vztah:

$$d = \frac{V_n}{s} \quad \frac{[V_n]}{[s]} = \frac{l}{\frac{l}{km}} \frac{l \cdot km}{l} = km$$

d – dojezd (km), V_n – objem palivové nádrže, s – spotřeba paliva (l/km),

6.6 Souhrn užitečných vlastností tahačů

Užitečné vlastnosti silničních nákladních vozidel jsou vstupními parametry VHV rozhodné z pohledu procesu rozhodování modelového silničního dopravce. Obecně platí, že vstupní parametry může každý silniční dopravce definovat podle své potřeby.

7 Multikriteriální hodnocení tahačů

Poslední kapitola bakalářské práce je zaměřena na aplikaci vybraných metod VHV při výběru tahačů na českém trhu.

7.1 Nabídka tahačů na českém trhu a jejich předvýběr

Jelikož modelový silniční dopravce sídlí a plánuje podnikat pouze na území České republiky, byla nabídka tahačů omezena pouze značky nabízené na českém trhu.

U prodejců tahačů na území ČR byly vybrány tahače značek **VOLVO, SCANIA, MAN, DAF a MERCEDEZ-BENZ**. Důvodem předvýběru tahačů těchto značek je dostatečné množství informací poskytované na webových stránkách prodejců.

7.2 Tahače a jejich parametry

Jelikož modelový silniční dopravce plánuje podnikat ve stavebním odvětví, je nutné, aby všechny tahače vybaveny podvozky 6x4. Z tohoto důvodu nemohli být pro účely práce použiti prodejci značek IVECO, RENAULT a FORD.

Jak již bylo zmíněno výše, u tahačů se budou porovnávat parametry výkonu motoru, maximální točivý moment motoru, nosnost podvozku, rozměry dolního lůžka, výška prostoru kabiny mezi sedadly a objem palivových nádrží. Nosnost jednotlivých podvozků ve většině případů přesahuje hodnotu uvedenou níže v tabulkách, avšak byla brána v potaz nosnost pouze do maximální možné přípustné hmotnosti jízdní soupravy na komunikacích ČR, tj. do 48 t.

Všechny tahače byly nejdříve předem vybrány tak, aby každý dominoval pouze jedním kritériem nad ostatními tahači a byl tak nedominantní variantou. Hodnota tohoto kritéria je následně tučně zvýrazněna.

7.2.1 VOLVO FH16

VOLVO FH16 bylo nakonfigurováno s podvozkem 6x4, motorem D16K650 a kabinou Globetrotter XL.

Tabulka 1 - Konfigurace VOLVO FH16

| Výkon motoru (kW) | Maximální točivý moment motoru (Nm) | Nosnost podvozku (t) | Rozměry dolního lůžka (mm) | Výška kabiny mezi sedadly (mm) | Objem palivových nádrží (l) |
|-------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 480 | 3 150 | 26 | 740 x 2 000 | 2 110 | 600 |

[7],[8],[15]

7.2.2 SCANIA řady S

SCANIA řady S byla nakonfigurována s podvozkem 6x4, motorem DC16 650 hp Euro 6 a kabinou S-Highline.

Tabulka 2 - Konfigurace SCANIA řady S

| Výkon motoru (kW) | Maximální točivý moment motoru (Nm) | Nosnost podvozku (t) | Rozměry dolního lůžka (mm) | Výška kabiny mezi sedadly (mm) | Objem palivových nádrží (l) |
|-------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 475 | 3 300 Nm | 22 t | 800 x 2 000 | 2 100 | 600 |

[9]

7.2.3 Mercedes-Benz Actros L

Mercedes-Benz Actros L byl nakonfigurován s podvozkem 6x4, motorem Euro 6 460 kW 15,6 l a kabinou LGigaSpace.

Tabulka 3 - Konfigurace Mercedes-Benz Actros L

| Výkon motoru (kW) | Maximální točivý moment motoru (Nm) | Nosnost podvozku (t) | Rozměry dolního lůžka (mm) | Výška kabiny mezi sedadly (mm) | Objem palivových nádrží (l) |
|-------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 460 | 3 000 | 33 | 750 x 2 200 | 2 130 | 400 |

[10]

7.2.4 DAF XF

DAF XF byl nakonfigurován s podvozkem 6x4, motorem MX-13 390 a kabinou Super Space Cab.

Tabulka 4 - Konfigurace DAF XF

| Výkon motoru (kW) | Maximální točivý moment motoru (Nm) | Nosnost podvozku (t) | Rozměry dolního lůžka (mm) | Výška kabiny mezi sedadly (mm) | Objem palivových nádrží (l) |
|-------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 390 | 2 600 | 26 | 810 x 2 200 | 2 105 | 600 |

[11]

7.2.5 MAN TGX

MAN TGX byl nakonfigurován s podvozkem 6x4, motorem D3876 a kabinou GX.

Tabulka 5 - Konfigurace MAN TGX

| Výkon motoru (kW) | Maximální točivý moment motoru (Nm) | Nosnost podvozku (t) | Rozměry dolního lůžka (mm) | Výška kabiny mezi sedadly (mm) | Objem palivových nádrží (l) |
|-------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 471 | 3000 | 22 | 800 x 2 000 | 2 150 | 700 |

[12]

7.2.6 VOLVO FH

VOLVO FH bylo nakonfigurováno s podvozkem 6x4, motorem D13K540 a kabinou Globetrotter XL.

Tabulka 6 - Konfigurace VOLVO FH

| Výkon motoru (kW) | Maximální točivý moment motoru (Nm) | Nosnost podvozku (t) | Rozměry dolního lůžka (mm) | Výška kabiny mezi sedadly (mm) | Objem palivových nádrží (l) |
|-------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 397 | 2 600 | 21 | 740 x 2 000 | 2 110 | 800 |

[13],[14],[15]

Tabulka 7 - Kriteriační matice

| | V. M. (kW) | T. M. (Nm) | N. P. (t) | D. L. (mm ²) | V. K. (mm) | O. N. (l) |
|-------------------------------|---------------|---------------|--------------|-----------------------------|---------------|--------------|
| MIN/MAX | MAX | MAX | MAX | MAX | MAX | MAX |
| VOLVO FH16 | 480 | 3 150 | 26 | 1 480 000 | 2 110 | 600 |
| SCANIA řady S | 475 | 3 300 | 22 | 1 600 000 | 2 100 | 600 |
| Mercedez- Benz Actros L | 460 | 3 000 | 33 | 1 650 000 | 2 130 | 400 |
| DAF XF | 390 | 2 600 | 26 | 1 782 000 | 2 105 | 600 |
| MAN TGX | 471 | 3 000 | 22 | 1 600 000 | 2 150 | 700 |
| VOLVO FH | 397 | 2 600 | 21 | 1 480 000 | 2 110 | 800 |

V. M. – výkon motoru, T. M. – max. točivý moment motoru, N. P. – nosnost podvozku, D. L. – rozměry dolního lůžka (pro lepší názornost jsou rozměry přepočítány na plochu), V. K. – výška prostoru kabiny mezi sedadly, O. N. – objem palivových nádrží

Kriteriační matice shrnuje hodnoty jednotlivých kritérií u jednotlivých tahačů a informace, zda je kritérium minimalizačního či maximalizačního charakteru. Dále tato matice slouží jako výchozí matice k jednotlivým metodám VHV a odhadu vah kritérií.

7.3 Váhy kritérií tahačů

Po předvýběru tahačů a jejich konfigurací, které, jak je z tabulek uvedených výše zřejmé, jsou vždy vytvořeny jako nedominantní varianty, je dalším krokem vícekritériálního hodnocení odhad vah jednotlivých kritérií. Pro odhad vah kritérií byla zvolena **Saatyho metoda**, jež je blíže popsána v teoretické části práce. Důvodem vybrání Saatyho metody je umožnění vyjádření preferencí hodnotitele numericky i verbálně.

Důležitosti jednotlivých kritérií jsou níže popsány 5 hodnotiteli. Autorem práce, hodnotitelem společnosti Hanyš, s.r.o., hodnotitelem společnosti NOSPED, s.r.o., kterým byl Zdeněk Novák, hodnotitelem společnosti Miroslav Šmíd, s.r.o., kterým byl Miroslav Šmíd a řidičkou kamionu Radkou Balouskou, (hodnocení vlastností tahačů autorem práce je v práci

provedeno pouze za účelem porovnání rozdílnosti neprofesionálních a profesionálních výsledků). Dále pak jsou tato kritéria, spolu s jejich váhami, hodnocena metodami VHV. Konkrétně **metodou váženého součtu, metodou TOPSIS a metodou AHP.**

7.3.1 Saatyho metoda odhadu vah kritérií podle autora práce

Výpočet konzistence matice:

$C.I. = \frac{\lambda_{max} - k}{k - 1}$, jestliže je $C.I. < 0,1$, matici je možno považovat za konzistentní.

$C.I. = \frac{7,373 - 6}{6 - 1} = \frac{1,373}{5} = 0,275 \ngtr 0,1 \Rightarrow$ matice není konzistentní.

Pomocné výpočty byly realizovány pomocí webových programů WolframAlpha a Matrix Calculator. [16], [17]

Odhad vlastního vektoru matice:

$$v'_i = \left(\prod_{j=1}^6 s_{ij} \right)^{1/6}, i = 1, \dots, 6$$

Normalizace odhadu vlastního vektoru matice:

$$v_i = \frac{v'_i}{\sum_{i=1}^6 v'_i}, i = 1, \dots, 6$$

Tabulka 8 - Saatyho metoda podle autora práce

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | v'_i | v_i |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| V. M. | 1 | 2 | 1 | 8 | 9 | 4 | 2,884 | 0,320 |
| T. M. | 1/2 | 1 | 2 | 7 | 8 | 3 | 2,349 | 0,260 |
| N. P. | 1 | 1/2 | 1 | 8 | 9 | 4 | 2,289 | 0,254 |
| D. L. | 1/8 | 1/7 | 1/8 | 1 | 2 | 1/6 | 0,301 | 0,033 |
| V. K. | 1/9 | 1/8 | 1/9 | 1/2 | 1 | 1/7 | 0,219 | 0,024 |
| O. N. | 1/4 | 1/3 | 1/4 | 6 | 7 | 1 | 0,978 | 0,108 |

v'_i – odhad vlastního vektoru matice, v_i – normalizace odhadu vlastního vektoru matice

Odůvodnění ohodnocení:

Z tabulky je zřejmé, že autor práce při tvorbě matice hodnotil kritéria *výkonu motoru, max. točivého momentu motoru a nosnost podvozku* jako důležitější. Jelikož se jedná o výběr vozidla, které je určeno pro stavební sektor, jeví se autorovi práce tato kritéria jako klíčová.

Přibližně střední váhová kategorie byla přidělena kritériu *objemu palivových nádrží*, které v tomto případě snižují možné užitečné zatížení podvozku.

Nejméně důležitými kritérii při výběru vozidla se autorovi práce jeví parametry interiéru kabiny řidiče, tj. pohodlí pro řidiče. Jelikož situovaný silniční dopravce podniká na území ČR, která není rozlohou příliš velká, není zapotřebí, aby měl řidič při cestách přes republiku co možná největší pohodlí, jako tomu je například při dálkové dopravě.

7.3.2 Saatyho metoda odhadu vah kritérií podle společnosti Hanyš, s.r.o.

Výpočet konzistence matice:

$C.I. = \frac{\lambda_{max} - k}{k - 1}$, jestliže je $C.I. < 0,1$, matici je možno považovat za konzistentní.

$C.I. = \frac{6,077 - 6}{6 - 1} = \frac{0,077}{5} = 0,015 < 0,1 \Rightarrow$ matici je možno považovat za konzistentní.

Pomocné výpočty byly opět realizovány pomocí webových programů WolframAlpha a Matrix Calculator. [16], [17]

Odhad vlastního vektoru matice:

$$v'_i = \left(\prod_{j=1}^6 s_{ij} \right)^{1/6}, i = 1, \dots, 6$$

Normalizace odhadu vlastního vektoru matice:

$$v_i = \frac{v'_i}{\sum_{i=1}^6 v'_i}, i = 1, \dots, 6$$

Tabulka 9 - Saatyho metoda podle společnosti Hanyš, s.r.o.

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | v'_i | v_i |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| V. M. | 1 | 1 | 1/3 | 3 | 3 | 1/3 | 1 | 0,129 |
| T. M. | 1 | 1 | 1/3 | 3 | 3 | 1/3 | 1 | 0,129 |
| N. P. | 3 | 3 | 1 | 5 | 5 | 1 | 2,466 | 0,319 |
| D. L. | 1/3 | 1/3 | 1/5 | 1 | 1 | 1/5 | 0,405 | 0,052 |
| V. K. | 1/3 | 1/3 | 1/5 | 1 | 1 | 1/5 | 0,405 | 0,052 |
| O. N. | 3 | 3 | 1 | 5 | 5 | 1 | 2,466 | 0,319 |

v'_i – odhad vlastního vektoru matice, v_i – normalizace odhadu vlastního vektoru matice

Odůvodnění ohodnocení:

Hodnotitel neprojevil zájem uvádět odůvodnění.

7.3.3 Saatyho metoda odhadu vah kritérií podle společnosti NOSPED, s.r.o.

Výpočet konzistence matice:

$C.I. = \frac{\lambda_{max} - k}{k - 1}$, jestliže je $C.I. < 0,1$, matici je možno považovat za konzistentní.

$C.I. = \frac{6,162 - 6}{6 - 1} = \frac{0,162}{5} = 0,0324 < 0,1 \Rightarrow$, matici je možno považovat za konzistentní.

Pomocné výpočty byly opět realizovány pomocí webových programů WolframAlpha a Matrix Calculator. [16], [17]

Odhad vlastního vektoru matice:

$$v'_i = \left(\prod_{j=1}^6 s_{ij} \right)^{1/6}, i = 1, \dots, 6$$

Normalizace odhadu vlastního vektoru matice:

$$v_i = \frac{v'_i}{\sum_{i=1}^6 v'_i}, i = 1, \dots, 6$$

Tabulka 10 - Saatyho metoda podle společnosti NOSPED, s.r.o.

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | v'_i | v_i |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| V. M. | 1 | 1 | 1/2 | 1 | 1/2 | 1/2 | 0,707 | 0,111 |
| T. M. | 1 | 1 | 1/2 | 1 | 1/2 | 1/2 | 0,707 | 0,111 |
| N. P. | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1,414 | 0,222 |
| D. L. | 1 | 1 | 1/2 | 1 | 1/2 | 1/2 | 0,707 | 0,111 |
| V. K. | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1,414 | 0,222 |
| O. N. | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1,414 | 0,222 |

v'_i – odhad vlastního vektoru matice, v_i – normalizace odhadu vlastního vektoru matice

Odůvodnění ohodnocení:

Hodnotitel, se kterým byl veden telefonický rozhovor po vyplnění matice, uvedl, že všechny výše zmíněné vlastnosti jsou, dle jeho názoru, velmi důležité. Uvedl však, že by při volbě

tahače nepatrně upřednostnil vlastnosti: *nosnost podvozku, objem palivových nádrží a výšku prostoru kabiny.*

7.3.4 Saatyho metoda odhadu vah kritérií podle společnosti Miroslav Šmíd, s.r.o.

Výpočet konzistence matice:

$C.I. = \frac{\lambda_{max} - k}{k - 1}$, jestliže je $C.I. < 0,1$, matici je možno považovat konzistentní.

$C.I. = \frac{6 - 6}{6 - 1} = \frac{0}{5} = 0 \Rightarrow$, matice je konzistentní.

Pomocné výpočty byly opět realizovány pomocí webových programů WolframAlpha a Matrix Calculator. [16], [17]

Odhad vlastního vektoru matice:

$$v'_i = \left(\prod_{j=1}^6 s_{ij} \right)^{1/6}, i = 1, \dots, k$$

Normalizace odhadu vlastního vektoru matice:

$$v_i = \frac{v'_i}{\sum_{i=1}^6 v'_i}, i = 1, \dots, 6$$

Tabulka 11 - Saatyho metoda podle společnosti Miroslav Šmíd, s.r.o.

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | v'_i | v_i |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| V. M. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1/6 |
| T. M. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1/6 |
| N. P. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1/6 |
| D. L. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1/6 |
| V. K. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1/6 |
| O. N. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1/6 |

v'_i – odhad vlastního vektoru matice, v_i – normalizace odhadu vlastního vektoru matice

Odůvodnění ohodnocení:

Hodnotitel vyplňující online dotazník vlastností okomentoval ohodnocení slovy: „*Abychom měli kvalitní techniku v poměru kvalita/výkon*“.

7.3.5 Saatyho metoda odhadu vah kritérií podle řidičky Radky Balousové

Výpočet konzistence matice:

$C.I. = \frac{\lambda_{max} - k}{k-1}$, jestliže je $C.I. < 0,1$, je matice konzistentní.

$C.I. = \frac{6-6}{6-1} = \frac{0}{5} = 0$, matice je konzistentní.

Pomocné výpočty byly spočítány pomocí webových programů WolframAlpha a Matrix Calculator. [16],[17]

Odhad vlastního vektoru matice:

$$v'_i = \left(\prod_{j=1}^k s_{ij} \right)^{1/k}, i = 1, 2, \dots, k$$

Normalizace odhadu vlastního vektoru matice:

$$v_i = \frac{v'_i}{\sum_{i=1}^k v'_i}, i = 1, 2, \dots, k$$

Tabulka 12 - Saatyho metoda podle řidičky Radky Balousové

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | v'_i | v_i |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| V. M. | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1,201 | 0,188 |
| T. M. | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1,201 | 0,188 |
| N. P. | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1,201 | 0,188 |
| D. L. | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1,201 | 0,188 |
| V. K. | 1/3 | 1/3 | 1/3 | 1/3 | 1 | 1/3 | 0,400 | 0,060 |
| O. N. | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1,201 | 0,188 |

v'_i – odhad vlastního vektoru matice, v_i – normalizace odhadu vlastního vektoru matice

Odůvodnění ohodnocení:

Hodnotitelka (IČO: 87547139) okomentovala ohodnocení vlastností slovy: „*Jsem řidička kamionu 14 let a za tu dobu člověk ví, jaké vlastnosti kamionu jsou důležité k výkonu práce.*“

7.4 Vícekriteriální hodnocení variant

Vícekriteriální hodnocení variant následně probíhá využitím **metody váženého součtu**, **metody TOPSIS** a **metody AHP**. Každá z uvedených metod je použita 4x protože do ní vstupovala hodnocení 4 hodnotitelů. Celkem tedy práce obsahuje 12 výpočetních aplikací.

7.4.1 Hodnocení metodou váženého součtu

Metoda váženého součtu je blíže popsána v teoretické části práce na str. 16. Nejdříve je zapotřebí normalizovat *kriteriální matice* podle vztahu (4) pro maximalizační kritéria a podle vztahu (5) pro minimalizační kritéria. Poté se vypočítají hodnoty užitek jednotlivých variant podle vztahu (6).

7.4.1.1 Hodnocení podle autora práce

Normalizace kriteriální matice:

$y'_{ij} = \frac{y_{ij}-D_j}{H_j-D_j}$, $i, j = 1, \dots, 6$, pro normalizaci se použije pouze vztah (4), všechna kritéria jsou maximalizační.

Výpočet užítku X_i :

$$X_i = \sum_{j=1}^6 v_j y'_{ij}, i, j = 1, \dots, 6$$

Tabulka 13 - Metoda váženého součtu podle autora práce

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | X_i |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Váhy | 0,320 | 0,260 | 0,254 | 0,033 | 0,024 | 0,108 | |
| VOLVO FH16 | 1 | 0,786 | 0,417 | 0 | 0,200 | 0,500 | 0,689 |
| SCANIA řady S | 0,944 | 1 | 0,083 | 0,397 | 0 | 0,500 | 0,650 |
| Mercedez- Benz Actros L | 0,777 | 0,571 | 1 | 0,563 | 0,600 | 0 | 0,684 |
| DAF XF | 0 | 0 | 0,417 | 1 | 0,100 | 0,500 | 0,195 |
| MAN TGX | 0,900 | 0,423 | 0,083 | 0,397 | 1 | 0,750 | 0,537 |
| VOLVO FH | 0,077 | 0 | 0 | 0 | 0,800 | 1 | 0,152 |

Z tabulky 13 je zřejmé, že podle metody váženého součtu je nejlepší volbou tahač VOLVO FH16, následují tahače Mercedes-Benz Actros L, SCANIA řady S a tahač MAN TGX a za nimi s výraznějším odstupem tahače DAF XF a tahač VOLVO FH.

7.4.1.2 Hodnocení podle hodnotitele společnosti Hanyš, s.r.o.

Normalizace kritériální matice:

$y'_{ij} = \frac{y_{ij}-D_j}{H_j-D_j}, i, j = 1, \dots, k$, pro normalizaci se použije pouze vztah (4), všechna kritéria jsou maximalizační.

Výpočet užítku X_i :

$$X_i = \sum_{j=1}^k v_j y'_{ij}, i = 1, 2, \dots, k$$

Tabulka 14 - Metoda váženého součtu podle společnosti Hanyš, s.r.o.

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | X_i |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Váhy | 0,129 | 0,129 | 0,319 | 0,052 | 0,052 | 0,319 | |
| VOLVO FH16 | 1 | 0,786 | 0,417 | 0 | 0,200 | 0,500 | 0,443 |
| SCANIA řady S | 0,944 | 1 | 0,083 | 0,397 | 0 | 0,500 | 0,457 |
| Mercedes- Benz Actros L | 0,777 | 0,571 | 1 | 0,563 | 0,600 | 0 | 0,553 |
| DAF XF | 0 | 0 | 0,417 | 1 | 0,100 | 0,500 | 0,350 |
| MAN TGX | 0,900 | 0,423 | 0,083 | 0,397 | 1 | 0,750 | 0,509 |
| VOLVO FH | 0,077 | 0 | 0 | 0 | 0,800 | 1 | 0,371 |

Z tabulky 14 je zřejmé, že pomocí metody váženého součtu nejvyšší hodnotu užítku vykazuje tahač Mercedes-Benz Actros L následovaný tahačem MAN TGX a nejnižší hodnotu užítku vykazuje tahač je DAF XF a VOLVO FH.

7.4.1.3 Hodnocení podle hodnotitele společnosti NOSPED, s.r.o.

Normalizace kriteriální matice:

$y'_{ij} = \frac{y_{ij}-D_j}{H_j-D_j}$, $i, j = 1, \dots, 6$, pro normalizaci se použije pouze vztah (4), všechna kritéria jsou maximalizační.

Výpočet užítku X_i :

$$X_i = \sum_{j=1}^6 v_j y'_{ij}, i = 1, \dots, 6$$

Tabulka 15 - Metoda váženého součtu podle společnosti NOSPED, s.r.o.

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | X_i |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Váhy | 0,111 | 0,111 | 0,222 | 0,111 | 0,222 | 0,222 | |
| VOLVO FH16 | 1 | 0,786 | 0,417 | 0 | 0,200 | 0,500 | 0,446 |
| SCANIA řady S | 0,944 | 1 | 0,083 | 0,397 | 0 | 0,500 | 0,389 |
| Mercedes- Benz Actros L | 0,777 | 0,571 | 1 | 0,563 | 0,600 | 0 | 0,567 |
| DAF XF | 0 | 0 | 0,417 | 1 | 0,100 | 0,500 | 0,337 |
| MAN TGX | 0,900 | 0,423 | 0,083 | 0,397 | 1 | 0,750 | 0,598 |
| VOLVO FH | 0,077 | 0 | 0 | 0 | 0,800 | 1 | 0,408 |

Z tabulky 15 je zřejmé, že pomocí metody váženého součtu nejvyšší hodnotu užítku vykazuje tahač MAN TGX a nejnižší hodnotu užítku vykazuje tahač DAF XF.

7.4.1.4 Hodnocení podle hodnotitele společnosti Miroslav Šmíd, s.r.o.

Normalizace kriteriální matice:

$y'_{ij} = \frac{y_{ij}-D_j}{H_j-D_j}$, $i, j = 1, \dots, 6$, pro normalizaci se použije pouze vztah (4), všechna kritéria jsou maximalizační.

Výpočet užítku X_i :

$$X_i = \sum_{j=1}^6 v_j y'_{ij}, i = 1, \dots, 6$$

Tabulka 16 - Metoda váženého součtu podle společnosti Miroslav Šmíd, s.r.o.

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | X_i |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Váhy | 1/6 | 1/6 | 1/6 | 1/6 | 1/6 | 1/6 | |
| VOLVO FH16 | 1 | 0,786 | 0,417 | 0 | 0,200 | 0,500 | 0,484 |
| SCANIA řady S | 0,944 | 1 | 0,083 | 0,397 | 0 | 0,500 | 0,488 |
| Mercedes- Benz Actros L | 0,777 | 0,571 | 1 | 0,563 | 0,600 | 0 | 0,586 |
| DAF XF | 0 | 0 | 0,417 | 1 | 0,100 | 0,500 | 0,337 |
| MAN TGX | 0,900 | 0,423 | 0,083 | 0,397 | 1 | 0,750 | 0,593 |
| VOLVO FH | 0,077 | 0 | 0 | 0 | 0,800 | 1 | 0,313 |

Z tabulky 16 je zřejmé, že pomocí metody váženého součtu nejvyšší hodnotu užitku vykazuje tahač MAN TGX a nejnižší hodnotu užitku vykazuje tahač VOLVO FH.

7.4.1.5 Hodnocení podle hodnotitele – řidičky Radky Balousové

Normalizace kriteriální matice:

$y'_{ij} = \frac{y_{ij}-D_j}{H_j-D_j}$, $i, j = 1, \dots, 6$, pro normalizaci se použije pouze vztah (4), všechna kritéria jsou maximalizační.

Výpočet užítku X_i :

$$X_i = \sum_{j=1}^6 v_j y'_{ij}, i, j = 1, \dots, 6$$

Tabulka 17 - Metoda váženého součtu podle řidičky Radky Balousové

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | X_i |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Váhy | 0,188 | 0,188 | 0,188 | 0,188 | 0,060 | 0,188 | |
| VOLVO FH16 | 1 | 0,786 | 0,417 | 0 | 0,200 | 0,500 | 0,520 |
| SCANIA řady S | 0,944 | 1 | 0,083 | 0,397 | 0 | 0,500 | 0,550 |
| Mercedes- Benz Actros L | 0,777 | 0,571 | 1 | 0,563 | 0,600 | 0 | 0,583 |
| DAF XF | 0 | 0 | 0,417 | 1 | 0,100 | 0,500 | 0,366 |
| MAN TGX | 0,900 | 0,423 | 0,083 | 0,397 | 1 | 0,750 | 0,540 |
| VOLVO FH | 0,077 | 0 | 0 | 0 | 0,800 | 1 | 0,250 |

Z tabulky 17 je zřejmé, že pomocí metody váženého součtu nejvyšší hodnotu užítku vykazuje tahač Mercedes-Benz Actros L a nejnižší hodnotu užítku vykazuje tahač VOLVO FH.

7.4.1.6 Zhodnocení výsledků metodou váženého součtu

Do zhodnocení výsledků jsou zařazeny pouze výsledky dosažené na základě informací dodaných profesionály.

Tabulka 18 - Celkové zhodnocení výsledků metodou váženého součtu

| | VOLVO FH16 | SCANIA řady S | Mercedes- Benz Actros L | DAF XF | MAN TGX | VOLVO FH |
|---------------------------|---------------|------------------|-------------------------------|--------|---------|-------------|
| Počet 1. míst | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| Průměr užitků X_i | 0,473 | 0,471 | 0,572 | 0,348 | 0,560 | 0,336 |
| Celkové pořadí | 3. | 4. | 1. | 5. | 2. | 6. |

Z tabulky celkového zhodnocení podle metody váženého součtu je ne zcela přesvědčivě nejvhodnější variantou, pro společnosti a podnikatele podnikajících s tahači s podvozkem 6x4, tahač Mercedes-Benz Actros L, následovaný tahačem MAN TGX. Oba tahače byly jako nejlepší volba ohodnoceny právě dvakrát. Jako další v pořadí byly vyhodnoceny tahač VOLVO FH16, následovaný tahačem SCANIA řady S. Jako nejméně vhodné se podle hodnoty průměrného užitku jeví tahač DAF XF následovaný tahačem VOLVO FH.

7.4.2 Hodnocení metodou TOPSIS

Metoda TOPSIS hledá takovou variantu, která je nejbližší variantě ideální (dominované). Pro práci s touto metodou je zapotřebí mít všechna kritéria buďto maximalizační nebo minimalizační.

7.4.2.1 Hodnocení podle hodnotitele autora práce

Normalizace kritériální matice:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{(\sum_{i=1}^6 y_{ij}^2)^{1/2}}, i = 1, \dots, 6, j = 1, \dots, 6, \text{ pro normalizace se použije vztah (7), všechna kritéria}$$

jsou maximalizačního charakteru.

Tabulka 19 - Normalizovaná kritériální matice TOPSIS podle autora práce

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Váhy | 0,320 | 0,260 | 0,254 | 0,033 | 0,024 | 0,108 |
| VOLVO FH16 | 0,438 | 0,435 | 0,419 | 0,377 | 0,407 | 0,390 |
| SCANIA řady S | 0,434 | 0,456 | 0,355 | 0,408 | 0,405 | 0,390 |
| Mercedez- Benz Actros L | 0,420 | 0,415 | 0,532 | 0,420 | 0,411 | 0,026 |
| DAF XF | 0,356 | 0,359 | 0,419 | 0,454 | 0,406 | 0,390 |
| MAN TGX | 0,430 | 0,415 | 0,355 | 0,408 | 0,415 | 0,455 |
| VOLVO FH | 0,363 | 0,359 | 0,338 | 0,377 | 0,407 | 0,520 |

Výpočet prvků vážené kritériální matice:

$$w_{ij} = v_j \cdot r_{ij}, \text{ kde } v_j \text{ je váha } j\text{-tého kritéria.}$$

Určení ideální a bazální varianty:

Ideální s hodnotami (H_1, \dots, H_k) a bazální s hodnotami (D_1, \dots, D_k) , kde $H_j = \max_i(W_{ij})$ a $D_j = \min_i(w_{ij}), j = 1, \dots, 6$.

Výpočet vzdáleností:

Výpočet je pomocí vztahů (8) a (9).

$$d_i^+ = [\sum_{j=1}^6 (w_{ij} - H_j)^2]^{1/2}, i = 1, \dots, 6 \text{ a } d_i^- = [\sum_{j=1}^6 (w_{ij} - D_j)^2]^{1/2}, i = 1, \dots, 6.$$

Výpočet ukazatele c_i :

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}, \quad i = 1, \dots, 6, \text{ podle uvedeného vztahu (10).}$$

Tabulka 20 - Výsledky metody TOPSIS podle autora práce

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | d_i^+ | d_i^- | c_i |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------------|
| VOLVO FH16 | 0,1402 | 0,1131 | 0,1064 | 0,0124 | 0,0098 | 0,0421 | 0,0577 | 0,0979 | 0,6291 |
| SCANIA řady S | 0,1389 | 0,1186 | 0,0902 | 0,0135 | 0,0097 | 0,0421 | 0,0835 | 0,0943 | 0,5303 |
| Mercedes- Benz Actros L | 0,1344 | 0,1079 | 0,1351 | 0,0139 | 0,0098 | 0,0028 | 0,0971 | 0,0980 | 0,5023 |
| DAF XF | 0,1139 | 0,0933 | 0,1064 | 0,0150 | 0,0097 | 0,0421 | 0,0860 | 0,0787 | 0,4778 |
| MAN TGX | 0,1376 | 0,1079 | 0,0902 | 0,0135 | 0,01 | 0,0491 | 0,0829 | 0,0961 | 0,5367 |
| VOLVO FH | 0,1162 | 0,0933 | 0,0859 | 0,0124 | 0,0098 | 0,0562 | 0,1067 | 0,0947 | 0,4696 |
| <i>Ideální</i> | 0,1402 | 0,1186 | 0,1351 | 0,0150 | 0,01 | 0,0562 | | | |
| <i>Bazální</i> | 0,1139 | 0,0933 | 0,0859 | 0,0124 | 0,0097 | 0,0028 | | | |

Na základě podkladů hodnotitelem – autorem práce jsou dle výsledků metody TOPSIS tahače seřazeny od nejvíce vhodného po nejméně vhodný následujícím způsobem VOLVO FH16, MAN TGX, SCANIA řady S, Mercedes-Benz Actros L, DAF XF a VOLVO FH.

7.4.2.2 Hodnocení podle hodnotitele společnosti Hanyš, s.r.o.

Normalizace kritériální matice:

Tabulka 21 - Normalizovaná kritériální matice TOPSIS podle hodnotitele společnosti Hanyš, s.r.o.

| | <i>V. M.</i> | <i>T. M.</i> | <i>N. P.</i> | <i>D. L.</i> | <i>V. K.</i> | <i>O. N.</i> |
|----------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>Váhy</i> | 0,129 | 0,129 | 0,319 | 0,052 | 0,052 | 0,319 |
| <i>VOLVO FH16</i> | 0,438 | 0,435 | 0,419 | 0,377 | 0,407 | 0,390 |
| <i>SCANIA řady S</i> | 0,434 | 0,456 | 0,355 | 0,408 | 0,405 | 0,390 |
| <i>Mercedez- Benz Actros L</i> | 0,420 | 0,415 | 0,532 | 0,420 | 0,411 | 0,026 |
| <i>DAF XF</i> | 0,356 | 0,359 | 0,419 | 0,454 | 0,406 | 0,390 |
| <i>MAN TGX</i> | 0,430 | 0,415 | 0,355 | 0,408 | 0,415 | 0,455 |
| <i>VOLVO FH</i> | 0,363 | 0,359 | 0,338 | 0,377 | 0,407 | 0,520 |

Výpočet ukazatele c_i :

Tabulka 22 - Výsledky metody TOPSIS podle hodnotitele společnosti Hanyš, s.r.o.

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | d_i^+ | d_i^- | c_i |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|
| VOLVO FH16 | 0,0565 | 0,0561 | 0,1337 | 0,0196 | 0,0212 | 0,1244 | 0,0552 | 0,1198 | 0,6848 |
| SCANIA řady S | 0,0560 | 0,0588 | 0,1132 | 0,0212 | 0,0211 | 0,1244 | 0,0701 | 0,1174 | 0,6260 |
| Mercedes- Benz Actros L | 0,0542 | 0,0535 | 0,1697 | 0,0218 | 0,0214 | 0,0083 | 0,1577 | 0,0629 | 0,2851 |
| DAF XF | 0,0459 | 0,0463 | 0,1337 | 0,0236 | 0,0211 | 0,1244 | 0,0573 | 0,1190 | 0,6749 |
| MAN TGX | 0,0555 | 0,0535 | 0,1132 | 0,0212 | 0,0216 | 0,1451 | 0,0604 | 0,1375 | 0,6946 |
| VOLVO FH | 0,0468 | 0,0463 | 0,1078 | 0,0196 | 0,0212 | 0,1659 | 0,0640 | 0,1576 | 0,7112 |
| Ideální | 0,0565 | 0,0588 | 0,1697 | 0,0236 | 0,0216 | 0,1659 | | | |
| Bazální | 0,0459 | 0,0463 | 0,1078 | 0,0196 | 0,0211 | 0,0083 | | | |

Na základě podkladů dodaných hodnotitelem společnosti Hanyš, s.r.o. je dle metody TOPSIS jako nejvhodnější tahač vyhodnocen tahač VOLVO FH. Obdobných výsledků dosáhly tahače MAN TAGX, VOLVO FH16 a DAF XF, které v tomto pořadí obsadily následující pozice. Jako nejméně vhodný tahač pro podnikání modelového dopravce byl vyhodnocen tahač Mercedes-Benz Actros L.

7.4.2.3 Hodnocení podle hodnotitele společnosti NOSPED, s.r.o.

Normalizace kritériální matice:

Tabulka 23 - Normalizovaná kritériální matice TOPSIS podle hodnotitele společnosti NOSPED, s.r.o.

| | <i>V. M.</i> | <i>T. M.</i> | <i>N. P.</i> | <i>D. L.</i> | <i>V. K.</i> | <i>O. N.</i> |
|----------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>Váhy</i> | 0,111 | 0,111 | 0,222 | 0,111 | 0,222 | 0,222 |
| <i>VOLVO FH16</i> | 0,438 | 0,435 | 0,419 | 0,377 | 0,407 | 0,39 |
| <i>SCANIA řady S</i> | 0,434 | 0,456 | 0,355 | 0,408 | 0,405 | 0,39 |
| <i>Mercedez- Benz Actros L</i> | 0,42 | 0,415 | 0,532 | 0,42 | 0,411 | 0,026 |
| <i>DAF XF</i> | 0,356 | 0,359 | 0,419 | 0,454 | 0,406 | 0,39 |
| <i>MAN TGX</i> | 0,43 | 0,415 | 0,355 | 0,408 | 0,415 | 0,455 |
| <i>VOLVO FH</i> | 0,363 | 0,359 | 0,338 | 0,377 | 0,407 | 0,52 |

Výpočet ukazatele c_i :

Tabulka 24 - Výsledky metody TOPSIS podle hodnotitele společnosti NOSPED, s.r.o.

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | d_i^+ | d_i^- | c_i |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|
| VOLVO FH16 | 0,0486 | 0,0483 | 0,0930 | 0,0418 | 0,0904 | 0,0866 | 0,0393 | 0,0837 | 0,6806 |
| SCANIA řady S | 0,0482 | 0,0506 | 0,0788 | 0,0453 | 0,0899 | 0,0866 | 0,0491 | 0,0821 | 0,6260 |
| Mercedes- Benz Actros L | 0,0466 | 0,0461 | 0,1181 | 0,0466 | 0,0912 | 0,0058 | 0,1098 | 0,0444 | 0,2877 |
| DAF XF | 0,0395 | 0,0398 | 0,0930 | 0,0504 | 0,0901 | 0,0866 | 0,0408 | 0,0832 | 0,6710 |
| MAN TGX | 0,0477 | 0,0461 | 0,0788 | 0,0453 | 0,0921 | 0,1010 | 0,0424 | 0,0960 | 0,6934 |
| VOLVO FH | 0,0403 | 0,0398 | 0,0750 | 0,0418 | 0,0904 | 0,1154 | 0,0460 | 0,1097 | 0,7045 |
| Ideální | 0,0486 | 0,0506 | 0,1181 | 0,0504 | 0,0921 | 0,1154 | | | |
| Bazální | 0,0395 | 0,0398 | 0,0750 | 0,0418 | 0,0899 | 0,0058 | | | |

Na základě podkladů dodaných hodnotitelem společnosti NOSPED, s.r.o. byl nejlépe hodnocen tahač VOLVO FH, následovaný tahači MAN TGX, VOLVO FH16, DAF XF, SCANIA řady S a jako nejméně výhodný byl vyhodnocen tahač Mercedes-Benz Actros L.

7.4.2.4 Hodnocení podle hodnotitele společnosti Miroslav Šmíd, s.r.o.

Normalizace kritériální matice:

Tabulka 25 - Normalizovaná kritériální matice TOPSIS podle hodnotitele společnosti Miroslav Šmíd, s.r.o.

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Váhy | 0,167 | 0,167 | 0,167 | 0,167 | 0,167 | 0,167 |
| VOLVO FH16 | 0,438 | 0,435 | 0,419 | 0,377 | 0,407 | 0,39 |
| SCANIA řady S | 0,434 | 0,456 | 0,355 | 0,408 | 0,405 | 0,39 |
| Mercedez- Benz Actros L | 0,42 | 0,415 | 0,532 | 0,42 | 0,411 | 0,026 |
| DAF XF | 0,356 | 0,359 | 0,419 | 0,454 | 0,406 | 0,39 |
| MAN TGX | 0,43 | 0,415 | 0,355 | 0,408 | 0,415 | 0,455 |
| VOLVO FH | 0,363 | 0,359 | 0,338 | 0,377 | 0,407 | 0,52 |

Výpočet ukazatele c_i :

Tabulka 26 - Výsledky metody TOPSIS podle hodnotitele společnosti Miroslav Šmíd, s.r.o.

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | d_i^+ | d_i^- | c_i |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|
| VOLVO FH16 | 0,0731 | 0,0726 | 0,0700 | 0,0630 | 0,0680 | 0,0651 | 0,0317 | 0,0650 | 0,6720 |
| SCANIA řady S | 0,0725 | 0,0762 | 0,0593 | 0,0681 | 0,0676 | 0,0651 | 0,0375 | 0,0645 | 0,6323 |
| Mercedes- Benz Actros L | 0,0701 | 0,0693 | 0,0888 | 0,0701 | 0,0686 | 0,0043 | 0,0830 | 0,0361 | 0,3031 |
| DAF XF | 0,0595 | 0,0600 | 0,0700 | 0,0758 | 0,0678 | 0,0651 | 0,0358 | 0,0636 | 0,6400 |
| MAN TGX | 0,0718 | 0,0693 | 0,0593 | 0,0681 | 0,0693 | 0,0760 | 0,0332 | 0,0736 | 0,6893 |
| VOLVO FH | 0,0606 | 0,0600 | 0,0564 | 0,0630 | 0,0680 | 0,0868 | 0,0404 | 0,0825 | 0,6710 |
| Ideální | 0,0731 | 0,0762 | 0,0888 | 0,0758 | 0,0693 | 0,0868 | | | |
| Bazální | 0,0595 | 0,0600 | 0,0564 | 0,0630 | 0,0676 | 0,0043 | | | |

Na základě podkladů dodaných hodnotitelem společnosti Miroslav Šmíd, s.r.o. byl jako nejvíce vhodný tahač vyhodnocen tahač MAN TGX. Dalšími v pořadí z hlediska výhodnosti jsou tahače VOLVO FH16, VOLVO FH, DAF XF, SCANIA řady S a nejméně vhodným tahačem pro tuto firmu byl vyhodnocen tahač Mercedes-Benz Actros L.

7.4.2.5 Hodnocení podle hodnotitele – řidičky Radky Balousové

Normalizace kritériální matice:

Tabulka 27 - Normalizovaná kritériální matice TOPSIS podle hodnotitele – řidičky Radky Balousové

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Váhy | 0,188 | 0,188 | 0,188 | 0,188 | 0,06 | 0,188 |
| VOLVO FH16 | 0,438 | 0,435 | 0,419 | 0,377 | 0,407 | 0,39 |
| SCANIA řady S | 0,434 | 0,456 | 0,355 | 0,408 | 0,405 | 0,39 |
| Mercedez- Benz Actros L | 0,42 | 0,415 | 0,532 | 0,42 | 0,411 | 0,026 |
| DAF XF | 0,356 | 0,359 | 0,419 | 0,454 | 0,406 | 0,39 |
| MAN TGX | 0,43 | 0,415 | 0,355 | 0,408 | 0,415 | 0,455 |
| VOLVO FH | 0,363 | 0,359 | 0,338 | 0,377 | 0,407 | 0,52 |

Výpočet ukazatele c_i :

Tabulka 28 - Výsledky metody TOPSIS podle hodnotitele – řidičky Radky Balousové

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | d_i^+ | d_i^- | c_i |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|
| VOLVO FH16 | 0,0823 | 0,0818 | 0,0788 | 0,0709 | 0,0244 | 0,0733 | 0,0357 | 0,0732 | 0,6722 |
| SCANIA řady S | 0,0816 | 0,0857 | 0,0667 | 0,0767 | 0,0243 | 0,0733 | 0,0422 | 0,0726 | 0,6325 |
| Mercedes- Benz Actros L | 0,0790 | 0,0780 | 0,1000 | 0,0790 | 0,0247 | 0,0049 | 0,0935 | 0,0406 | 0,3030 |
| DAF XF | 0,0669 | 0,0675 | 0,0788 | 0,0854 | 0,0244 | 0,0733 | 0,0402 | 0,0716 | 0,6402 |
| MAN TGX | 0,0808 | 0,0780 | 0,0667 | 0,0767 | 0,0249 | 0,0855 | 0,0373 | 0,0828 | 0,6893 |
| VOLVO FH | 0,0682 | 0,0675 | 0,0635 | 0,0709 | 0,0244 | 0,0978 | 0,0455 | 0,0929 | 0,6711 |
| Ideální | 0,0823 | 0,0857 | 0,1000 | 0,0854 | 0,0249 | 0,0978 | | | |
| Bazální | 0,0669 | 0,0675 | 0,0635 | 0,0709 | 0,0243 | 0,0049 | | | |

Hodnocení na základě informací od hodnotitelky – řidičky Radky Balousové nabízí stejné pořadí výhodnosti tahačů jako hodnocení předchozího hodnotitele ze společnosti Miroslav Šmíd, s. r. o.. Jako nejvhodnější tahač byl vyhodnocen tahač MAN TGX a jako nejméně vhodný tahač byl vyhodnocen Mercedes-Benz Actros L.

7.4.2.6 Zhodnocení výsledků metodou TOPSIS

Do zhodnocení výsledků jsou zařazeny výsledky dosažené na základě informací profesionálních hodnotitelů.

Tabulka 29 - Celkové zhodnocení výsledků metodou TOPSIS

| | VOLVO FH16 | SCANIA řady S | Mercedes- Benz Actros L | DAF XF | MAN TGX | VOLVO FH |
|------------------------------|---------------|------------------|-------------------------------|--------|---------|-------------|
| Počet 1. míst | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Průměr ukazatele c_i | 0,6774 | 0,6292 | 0,2947 | 0,6565 | 0,6917 | 0,6895 |
| Celkové pořadí | 3. | 5. | 6. | 4. | 1. | 2. |

Hodnocení provedené metodou TOPSIS dosahuje obdobných výsledků jako hodnocení provedené metodou váženého součtu až na jednu velkou výjimku. V metodě váženého součtu byly jako nejvhodnější vyhodnoceny tahače MAN TGX a Mercedes-Benz Actros L, kdežto v metodě TOPSIS byl tahač Mercedes-Benz Actros L vyhodnocen jako zcela nejhorší volbou. Na základě metody TOPSIS byl jako druhý nejvhodnější tahač v pořadí vyhodnocen tahač VOLVO FH, který však na základě metody váženého součtu byl vyhodnocen jako nejméně vhodný.

Na základě výsledků dosažených metodou váženého součtu a metodou TOPSIS se zatím pro stavební sektor jeví jako nejlepší volba tahač MAN TGX.

7.4.3 Hodnocení metodou AHP

Metoda AHP je blíže popsána v teoretické části práce, konkrétně v kapitole 1.4.3. Avšak pro lepší porovnání výsledků pořadí s ostatními metodami hodnocení jsou při aplikaci této metody použity váhy kritérií z tabulky 9 a nebudou odvozeny párovým porovnáním tak, jak by tomu mělo být. Nejdříve se porovnávají varianty z hlediska každého z kritérií. Prvky těchto matic jsou preference jejich variant podle hodnocení daného kritéria. Následně se odvodí preferenční indexy w_{ij} podle vztahu (3). Poté se tyto vypočtené hodnoty vynásobí váhou kritéria, aby jejich suma byla právě váhou daného kritéria. Posledním krokem je výpočet užítku varianty X_i , jako součet preferenční indexů pro danou variantu.

Jednotlivá kritéria jsou mezi sebou ohodnocena na škále od 1 do 5, kde hodnoty 1 nabývají hodnoty stejné velikosti a hodnoty 5 hodnoty absolutně odlišné.

Výpočty v podkapitole věnované aplikaci metody AHP jsou podrobněji rozepsány pouze pro případ hodnocení jednotlivých variant podle autora práce, jelikož matice preferencí kritérií jsou neměnné a mění se pouze váha kritérií.

7.4.3.1 Hodnocení podle hodnotitele autora práce

Odvození preferenčních indexů:

$$v'_i = \left(\prod_{j=1}^6 s_{ij} \right)^{1/6}, i = 1, \dots, 6$$

$$v_i = \frac{v'_i}{\sum_{i=1}^6 v'_i}, i = 1, \dots, 6$$

$$w_{ij} = v_i \cdot \text{váha kritéria}$$

Tabulka 30 - Váhy kritérií podle autora práce

| Kritérium | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Váha | 0,320 | 0,260 | 0,254 | 0,033 | 0,024 | 0,108 |

Tabulka 31 - Preference variant a jejich preferenční hodnoty dle kritéria V. M. podle autora práce

| V. M. | VOLVO FH16 | SCANIA řady S | Mercedes-Benz Actros L | DAF XF | MAN TGX | VOLVO FH | w_{ij} |
|------------------------|------------|---------------|------------------------|--------|---------|----------|----------|
| VOLVO FH16 | 1 | 2 | 3 | 5 | 2 | 4 | 0,103 |
| SCANIA řady S | 1/2 | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 | 0,082 |
| Mercedes-Benz Actros L | 1/3 | 1/3 | 1 | 4 | 1/2 | 3 | 0,049 |
| DAF XF | 1/5 | 1/2 | 1/4 | 1 | 1/4 | 1/2 | 0,016 |
| MAN TGX | 1/2 | 1/4 | 2 | 4 | 1 | 3 | 0,050 |
| VOLVO FH | 1/4 | 1/4 | 1/3 | 2 | 1/3 | 1 | 0,020 |

Tabulka 32 - Preference variant a jejich preferenční hodnoty dle kritéria T. M. podle autora práce

| <i>T. M.</i> | <i>VOLVO FH16</i> | <i>SCANIA řady S</i> | <i>Mercedes-Benz Actros L</i> | <i>DAF XF</i> | <i>MAN TGX</i> | <i>VOLVO FH</i> | w_{ij} |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|---------------|----------------|-----------------|----------|
| <i>VOLVO FH16</i> | 1 | 1/2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 0,062 |
| <i>SCANIA řady S</i> | 2 | 1 | 3 | 5 | 3 | 5 | 0,094 |
| <i>Mercedes-Benz Actros L</i> | 1/2 | 1/3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 0,037 |
| <i>DAF XF</i> | 1/4 | 1/5 | 1/3 | 1 | 1/3 | 1 | 0,015 |
| <i>MAN TGX</i> | 1/2 | 1/3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 0,037 |
| <i>VOLVO FH</i> | 1/4 | 1/5 | 1/3 | 1 | 1/3 | 1 | 0,015 |

Tabulka 33 - Preference variant a jejich preferenční hodnoty dle kritéria N. P. podle autora práce

| <i>N. P.</i> | <i>VOLVO FH16</i> | <i>SCANIA řady S</i> | <i>Mercedes-Benz Actros L</i> | <i>DAF XF</i> | <i>MAN TGX</i> | <i>VOLVO FH</i> | w_{ij} |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|---------------|----------------|-----------------|----------|
| <i>VOLVO FH16</i> | 1 | 3 | 1/3 | 1 | 3 | 4 | 0,050 |
| <i>SCANIA řady S</i> | 1/3 | 1 | 1/4 | 1/3 | 1 | 2 | 0,021 |
| <i>Mercedes-Benz Actros L</i> | 3 | 4 | 1 | 3 | 4 | 5 | 0,1 |
| <i>DAF XF</i> | 1 | 3 | 1/3 | 1 | 3 | 4 | 0,050 |
| <i>MAN TGX</i> | 1/3 | 1 | 1/4 | 1/3 | 1 | 2 | 0,021 |
| <i>VOLVO FH</i> | 1/4 | 1/2 | 1/5 | 1/4 | 1/2 | 1 | 0,012 |

Tabulka 34 - Preference variant a jejich preferenční hodnoty dle kritéria D. L. podle autora práce

| <i>D. L.</i> | VOLVO FH16 | SCANIA řady S | Mercedes- Benz Actros L | DAF XF | MAN TGX | VOLVO FH | w_{ij} |
|-------------------------------|---------------|------------------|-------------------------------|--------|------------|-------------|----------|
| VOLVO FH16 | 1 | 1/2 | 1/3 | 1/5 | 1/2 | 1 | 0,002 |
| SCANIA řady S | 2 | 1 | 1/2 | 1/4 | 1 | 2 | 0,004 |
| Mercedes- Benz Actros L | 3 | 2 | 1 | 1/3 | 2 | 3 | 0,006 |
| DAF XF | 5 | 4 | 3 | 1 | 4 | 5 | 0,014 |
| MAN TGX | 2 | 1 | 1/2 | 1/4 | 1 | 2 | 0,004 |
| VOLVO FH | 1 | 1/2 | 1/3 | 1/5 | 1/2 | 1 | 0,002 |

Tabulka 35 - Preference variant a jejich preferenční hodnoty dle kritéria V. K. podle autora práce

| <i>V. K.</i> | VOLVO FH16 | SCANIA řady S | Mercedes- Benz Actros L | DAF XF | MAN TGX | VOLVO FH | w_{ij} |
|-------------------------------|---------------|------------------|-------------------------------|--------|------------|-------------|----------|
| VOLVO FH16 | 1 | 2 | 1/2 | 2 | 1/3 | 1 | 0,003 |
| SCANIA řady S | 1/2 | 1 | 1/3 | 1 | 1/4 | 1/2 | 0,002 |
| Mercedes- Benz Actros L | 2 | 3 | 1 | 3 | 1/2 | 2 | 0,005 |
| DAF XF | 1/2 | 1 | 1/3 | 1 | 1/4 | 1/2 | 0,002 |
| MAN TGX | 3 | 4 | 2 | 4 | 1 | 3 | 0,009 |
| VOLVO FH | 1 | 2 | 1/2 | 2 | 1/3 | 1 | 0,003 |

Tabulka 36 - Preference variant a jejich preferenční hodnoty dle kritéria O. N. podle autora práce

| O. N. | VOLVO FH16 | SCANIA řady S | Mercedes- Benz Actros L | DAF XF | MAN TGX | VOLVO FH | w_{ij} |
|-------------------------------|---------------|------------------|-------------------------------|--------|------------|-------------|----------|
| VOLVO FH16 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1/2 | 1/3 | 0,014 |
| SCANIA řady S | 1 | 1 | 3 | 1 | 1/2 | 1/3 | 0,014 |
| Mercedes- Benz Actros L | 1/3 | 1/3 | 1 | 1/3 | 1/4 | 1/5 | 0,005 |
| DAF XF | 1 | 1 | 3 | 1 | 1/2 | 1/3 | 0,014 |
| MAN TGX | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1/2 | 0,024 |
| VOLVO FH | 3 | 3 | 5 | 3 | 2 | 1 | 0,038 |

Tabulka 37 - Výsledky metody AHP podle autora práce

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | $U(X_i)$ |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| VOLVO FH16 | 0,103 | 0,062 | 0,050 | 0,002 | 0,003 | 0,014 | 0,234 |
| SCANIA řady S | 0,082 | 0,094 | 0,021 | 0,004 | 0,002 | 0,014 | 0,217 |
| Mercedes- Benz Actros L | 0,049 | 0,037 | 0,1 | 0,006 | 0,005 | 0,005 | 0,111 |
| DAF XF | 0,016 | 0,015 | 0,050 | 0,014 | 0,002 | 0,014 | 0,124 |
| MAN TGX | 0,050 | 0,037 | 0,021 | 0,004 | 0,009 | 0,024 | 0,145 |
| VOLVO FH | 0,020 | 0,015 | 0,012 | 0,002 | 0,003 | 0,037 | 0,089 |
| Suma | 0,320 | 0,260 | 0,254 | 0,032 | 0,024 | 0,108 | 0,998 |

Pro metodu AHP je charakteristické, že suma vah kritérií a suma užitek variant je rovna 1. V tomto případě nabývaly součty hodnot 0,998, což je způsobeno zaokrouhlováním pouze na 3 desetinná místa.

Jako nejvíce vhodný typ tahače je možno označit tahač typu VOLVO FH16, jako nejméně vhodný typ tahače je možno označit tahač typu VOLVO FH.

7.4.3.2 Hodnocení podle hodnotitele společnosti Hanyš, s.r.o.

Odvození preferenčních indexů:

Tabulka 38 - Váhy kritérií podle hodnotitele společnosti Hanyš, s.r.o.

| Kritérium | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Váha | 0,129 | 0,129 | 0,319 | 0,052 | 0,052 | 0,319 |

Tabulka 39 - Preferenční hodnoty jednotlivých kritérií pro jednotlivé tahače a celkový užitek tahače podle hodnotitele společnosti Hanyš, s.r.o.

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | $U(X_i)$ |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| VOLVO FH16 | 0,101953 | 0,008512 | 0,005095 | 0,000001 | 0,000112 | 0,000549 | 0,116222 |
| SCANIA řady S | 0,025488 | 0,119695 | 0,000023 | 0,000021 | 0,000003 | 0,000549 | 0,145779 |
| Mercedes-Benz Actros L | 0,000278 | 0,000395 | 0,308763 | 0,000509 | 0,003045 | 0,000002 | 0,312992 |
| DAF XF | 0,000001 | 0,000001 | 0,005095 | 0,051446 | 0,000003 | 0,000549 | 0,057095 |
| MAN TGX | 0,001274 | 0,000395 | 0,000023 | 0,000021 | 0,048724 | 0,017754 | 0,068191 |
| VOLVO FH | 0,000006 | 0,000001 | 0,000001 | 0,000001 | 0,000112 | 0,299596 | 0,299717 |

Jako nejvíce vhodný typ tahače je možno označit tahač typu Mercedes-Benz Actros L, jako nejméně vhodný typ tahače je možno označit tahač typu DAF XF.

7.4.3.3 Hodnocení podle hodnotitele společnosti NOSPED, s.r.o.

Odvození preferenčních indexů:

Tabulka 40 - Váhy kritérií podle hodnotitele NOSPED, s.r.o.

| Kritérium | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Váha | 0,111 | 0,111 | 0,222 | 0,111 | 0,222 | 0,222 |

Tabulka 41 - Preferenční hodnoty jednotlivých kritérií pro jednotlivé tahače a celkový užitek tahače podle hodnotitele NOSPED, s.r.o.

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | $U(X_i)$ |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| VOLVO FH16 | 0,087727 | 0,007324 | 0,003545 | 0,000002 | 0,000477 | 0,000382 | 0,099457 |
| SCANIA řady S | 0,021932 | 0,102994 | 0,000016 | 0,000046 | 0,000015 | 0,000382 | 0,125385 |
| Mercedes- Benz Actros L | 0,000239 | 0,000340 | 0,214876 | 0,001087 | 0,013001 | 0,000001 | 0,229544 |
| DAF XF | 0,000001 | 0,000001 | 0,003545 | 0,109818 | 0,000015 | 0,000382 | 0,113762 |
| MAN TGX | 0,001097 | 0,000340 | 0,000016 | 0,000046 | 0,208016 | 0,012355 | 0,221870 |
| VOLVO FH | 0,000005 | 0,000001 | 0,000001 | 0,000002 | 0,000477 | 0,208497 | 0,208983 |

Jako nejvíce vhodný typ tahače je možno označit tahač typu Mercedes-Benz Actros L, jako nejméně vhodný typ tahače je možno označit tahač typu VOLVO FH16.

7.4.3.4 Hodnocení podle hodnotitele společnosti Miroslav Šmíd, s.r.o.

Odvození preferenčních indexů:

Tabulka 42 - Váhy kritérií podle hodnotitele Miroslav Šmíd, s.r.o.

| Kritérium | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Váha | 0,167 | 0,167 | 0,167 | 0,167 | 0,167 | 0,167 |

Tabulka 43 - Preferenční hodnoty jednotlivých kritérií pro jednotlivé tahače a celkový užitek tahače podle hodnotitele Miroslav Šmíd, s.r.o.

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | $U(X_i)$ |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| VOLVO FH16 | 0,131985 | 0,011019 | 0,002667 | 0,000002 | 0,000359 | 0,000288 | 0,146320 |
| SCANIA řady S | 0,032996 | 0,154955 | 0,000012 | 0,000069 | 0,000011 | 0,000288 | 0,188331 |
| Mercedez- Benz Actros L | 0,000359 | 0,000511 | 0,161641 | 0,001636 | 0,009780 | 0,000001 | 0,173928 |
| DAF XF | 0,000002 | 0,000002 | 0,002667 | 0,165222 | 0,000011 | 0,000288 | 0,168192 |
| MAN TGX | 0,001650 | 0,000511 | 0,000012 | 0,000069 | 0,156480 | 0,009294 | 0,168016 |
| VOLVO FH | 0,000007 | 0,000002 | 0,000001 | 0,000002 | 0,000359 | 0,156842 | 0,157213 |

Metoda AHP v uvedeném případě dospěla k relativně vyrovnaným výsledkům hodnocení. Jako nejvíce vhodný typ tahače je možno označit tahač typu SCANIA S, jako nejméně vhodný typ tahače je možno označit tahač typu VOLVO FH16.

7.4.3.5 Hodnocení podle hodnotitele – řidičky Radky Balousové

Odvození preferenčních indexů:

Tabulka 44 - Váhy kritérií podle hodnotitele Radky Balousové

| Kritérium | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Váha | 0,188 | 0,188 | 0,188 | 0,188 | 0,060 | 0,188 |

Tabulka 45 - Preferenční hodnoty jednotlivých kritérií pro jednotlivé tahače a celkový užitek tahače podle hodnotitele Radky Balusové

| | V. M. | T. M. | N. P. | D. L. | V. K. | O. N. | $U(X_i)$ |
|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| <i>VOLVO FH16</i> | 0,148582 | 0,012405 | 0,003002 | 0,000003 | 0,000129 | 0,000324 | 0,164445 |
| <i>SCANIA řady S</i> | 0,037146 | 0,174440 | 0,000014 | 0,000077 | 0,000004 | 0,000324 | 0,212005 |
| <i>Mercedez- Benz Actros L</i> | 0,000405 | 0,000576 | 0,181967 | 0,001841 | 0,003514 | 0,000001 | 0,188304 |
| <i>DAF XF</i> | 0,000002 | 0,000002 | 0,003002 | 0,185999 | 0,000004 | 0,000324 | 0,189333 |
| <i>MAN TGX</i> | 0,001857 | 0,000576 | 0,000014 | 0,000077 | 0,056220 | 0,010463 | 0,069207 |
| <i>VOLVO FH</i> | 0,000008 | 0,000002 | 0,000001 | 0,000003 | 0,000129 | 0,176565 | 0,176708 |

Jako nejvíce vhodný typ tahače je možno označit tahač typu SCANIA S, jako nejméně vhodný typ tahače je možno označit tahač typu MAN TGX.

7.4.3.6 Zhodnocení výsledků metodou AHP

Do zhodnocení výsledků jsou zařazeny výsledky dosažené na základě informací profesionálních hodnotitelů.

Tabulka 46 - Celkové zhodnocení výsledků metodou AHP

| | VOLVO FH16 | SCANIA řady S | Mercedes- Benz Actros L | DAF XF | MAN TGX | VOLVO FH |
|------------------------------|---------------|------------------|-------------------------------|----------|----------|-------------|
| Počet 1. míst | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Průměr ukazatele X_i | 0,131611 | 0,167875 | 0,226192 | 0,132096 | 0,131821 | 0,210655 |
| Celkové pořadí | 6. | 2. / 3. | 1. | 4. | 5. | 2. / 3. |

Z výše uvedené tabulky celkového zhodnocení vyplývá jako nejvhodnější varianta tahač Mercedes-Benz Actros L. Na druhé až třetí pozici se umístili tahače SCANIA řady S a VOLVO FH. SCANIE řady S se umístila dvakrát na 1. pozici, avšak silně ztrácí na hodnotě průměrného ukazatele užítka $U(X_i)$ oproti VOLVU FH. Vozidla VOLVO FH16, DAF XF a MAN TGX se svými počty vítězství i průměrnými hodnotami užítka $U(X_i)$ umístila velmi podobně na posledních třech pozicích. Avšak nejméně vhodným tahačem, v celkovém zhodnocení pomocí metody AHP, je tahač VOLVO FH16.

Nutno podotknout, že veškerá zhodnocení výsledků jednotlivých metod jsou čistě sumarizačního charakteru. Nelze proto udělat závěr, že pomocí celkového zhodnocení lze vždy najít nejvhodnější silniční nákladní vozidlo pro jakoukoliv společnost.

7.5 Porovnávání výsledků všech metod VHV

Pro celkově nejvhodnější tahač pro modelového silničního dopravce je zapotřebí jednotného výsledku. Tohoto výsledku se může dosáhnout pomocí aritmetického průměru jednotlivých vhodností jednotlivých silničních nákladních vozidel s využitím všech použitých metod. Celkově hodnotili čtyři hodnotitelé třemi metodami, a tedy vzniklo 12 různých výsledků vhodnosti. První řádek tabulky uvádí, kolikrát se daný typ tahače stal nejvhodnější variantou. Ve druhém řádku jsou pro jednotlivé typy tahačů vypočítány aritmetické průměry všech 12ti ukazatelů vhodnosti. Poslední řádek tabulky obsahuje celkové pořadí vhodnosti jednotlivých vozidel určené v závislosti na hodnotách uvedených ve druhém řádku.

Tabulka 47 - Celkové zhodnocení výsledků všech metod VHV

| | VOLVO FH16 | SCANIA řady S | Mercedes- Benz Actros L | DAF XF | MAN TGX | VOLVO FH |
|----------------------------------|---------------|------------------|-------------------------------|----------|----------|-------------|
| Počet 1. míst | 0 | 2 | 4 | 0 | 4 | 2 |
| Průměr ukazatele vhodnosti | 0,427337 | 0,422692 | 0,364297 | 0,378865 | 0,461174 | 0,412052 |
| Celkové pořadí | 2. | 3. | 6. | 5. | 1. | 4. |

Jako nejvhodnější tahač se v celkovém hodnocení jeví MAN TGX. Na druhé pozici celkového hodnocení je tahač VOLVO FH16. Třetí pozice je obsazena SCANIÍ řady S. Na čtvrté pozici z pohledu výhodnosti se nachází tahač VOLVO FH. Na předposlední páté pozici se nachází tahač DAF XF. Celkově nejméně vhodným tahačem se jeví Mercedes-Benz Actros L.

8 Závěr

Rozhodování je nedílnou součástí našich životů. Dennodenně se někdo rozhoduje, která z možných variant je pro něho nejvýhodnější. Pro jakákoliv rozhodnutí, zejména rozhodnutí komplexnějšího rázu, je důležité, aby byla provedena pomocí správných metod a danému rozhodovateli metoda poskytla nejvhodnější možný výsledek. Postupů a metod, jak výsledek získat, je více. Předložená bakalářská práce reprezentuje výsledky tří z nich. Autor bakalářské práce hledá nejvhodnější tahač s podvozkem 6x4 do stavebního sektoru, který se dá pořídit na českém trhu. Avšak veškeré postupy a metody uvedené v práci se dají aplikovat na takřka jakýkoliv typ rozhodování.

Pro výběr nejvhodnějšího tahače byly pro bakalářskou práci vybrány následující: VOLVO FH16, SCANIA řady S, Mercedes-Benz Actros L, DAF XF, MAN TGX a VOLVO FH. Klíčovými parametry tahačů byly: výkon motoru, točivý moment, nosnost na nápravu, rozměry dolního lůžka, výška kabiny mezi sedadly a objem palivových nádrží, kde každý z tahačů dominoval právě v jedné vlastnosti. Ohodnocení jednotlivých vlastností bylo provedeno pěti nezávislými osobami. Jednou z nich je autor práce, zbývající čtyři hodnotitelé jsou profesionálové. Profesionální hodnotitelé byli zástupci společností Hanyš s.r.o., NOSPED s.r.o., Miroslav Šmíd s.r.o. a řidička Radka Balousová. Pro jednotné ohodnocení názorů důležitosti jednotlivých vlastností všemi hodnotiteli byla použita Saatyho metoda odhadu vah kritérií. Tato metoda odhadu vah kritérií byla použita pro všechny tři metody vícekritériálního hodnocení variant (metoda váženého součtu, metoda TOPSIS, metoda AHP). Tyto metody a jejich postupy jsou blíže popsány v teoretické části práce.

Pomocí metody váženého součtu byl, na základě informací dodaných od hodnotitele ze společnosti Hanyš s.r.o. a hodnotitele – řidičky Radky Balousové, vyhodnocen nejlépe tahač Mercedes-Benz Actros L. Na základě informací dodaných od hodnotitelů ze společnosti NOSPED s.r.o. a společnosti Miroslav Šmíd s.r.o. byl nejlépe vyhodnocen tahač MAN TGX. Z těchto dvou tahačů průměrově vyššího užitku těsně dosáhl tahač Mercedes-Benz Actros L.

Pomocí metody TOPSIS byl, na základě informací dodaných od hodnotitelů ze společností Hanyš s.r.o. a NOSPED s.r.o., vyhodnocen nejlépe tahač VOLVO FH. Na základě informací dodaných od hodnotitele ze společnosti Miroslav Šmíd s.r.o. a řidičky Radky Balousové byl jako nejvhodnější vyhodnocen tahač MAN TGX. Celkově nejvhodnějším vozidlem dle metody TOPSIS se stal tahač MAN TGX.

Poslední použitou metodou byla metoda AHP, při které byl, na základě informací dodaných od hodnotitelů ze společností Hanyš s.r.o. a NOSPED s.r.o., nejlépe vyhodnocen tahač Mercedes-Benz Actros L. Z pohledu hodnotitelky – řidičky Radky Balousové a hodnotitele ze společnosti Miroslav Šmíd s.r.o. byl jako nejhodnější vyhodnocen tahač SCANIA řady S. Nejvhodnější variantou této metody se stal tahač Mercedes-Benz Actros L.

Na úplný závěr byly mezi sebou porovnány dílčí výsledky jednotlivých metod. Metoda váženého součtu a metoda AHP vyhodnotila nejlépe tahač Mercedes-Benz Actros L. Dle metody TOPSIS je nejhodnějším tahačem MAN TGX. Ač se na první pohled může zdát, že se Mercedes-Benz Actros L stal vhodnější variantou než MAN TGX, a to v poměru 2:1 z hlediska počtu hodnotících metod, není tomu tak. Musí se vzít v úvahu, že celkové hodnocení užitků jednotlivých vozidel je důležitější než jejich celkové pořadí. Nezáleží pouze na tom, jak se tahače mezi sebou umístily z hlediska pořadí, ale především na tom, jak velké rozdíly mezi hodnotami těchto užitků byly. O tomto výsledku pojednává tabulka 47, ze které plyne, že nejhodnějším typem tahače je tahač MAN TGX. Naopak tahač Mercedes-Benz Actros L, který se v celkovém pořadí ucházel také o pozici nejhodnějšiho vozidla, byl celkovým porovnáním podle hodnot průměrného užitku vyhodnocen jako ten nejméně vhodný.

Celkové pořadí vozidel určených pro stavební sektor na českém trhu je následující (seřazeno od nejhodnějšiho po nejméně vhodný): MAN TGX, VOLVO FH16, SCANIA řady S, VOLVO FH, DAF XF a Mercedes-Benz Actros L.

9 Použité zdroje

9.1 Literatura

- [1] doc. Ing. Josef Jablonský, CSc., *Operační výzkum*, druhé vydání, Profesional Publishing, Praha 2002, ISBN 80-86419-42-8, str. 271, 275, 276, 280, 281, 282
- [2] prof. RNDr. Ing. Petr Fiala, CSc., MBA, *Modely a metody rozhodování*, 3. přepracované vydání, OECONOMICA, Praha 2013, ISBN 978-80-245-1981-4, str. 49, 50, 51
- [5] Rolf Gscheidle a kolektiv, *Tabulky pro automechaniky*, EUROPA – SOBOTÁLES cz, Praha 2009, ISBN 978-80-86706-21-4, str. 66

9.2 Internetové zdroje

- [3] [Zakonyprolidi.cz](http://zakonyprolidi.cz) – Vyhláška č. 341/2014 Sb. [Online] 15. 7. 2022
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-341>
- [4] cz.epal-pallets.org – Nosiče nákladu – Europaleta [Online] 15. 7. 2022
<https://cz.epal-pallets.org/nosice-nakladu/europaleta-epal>
- [6] [Policie.cz](http://policie.cz) – databáze – dokumenty – vozidla – přílohy [Online] 22. 7. 2022
<https://www.policie.cz/soubor/priloha-106-priloha-c-1-pdf.aspx> 22.7.2022
- [7] [Volvotrucks.cz](http://volvotrucks.cz) – Modely – Volvo FH16 – Specifikace [Online] 15. 9. 2022
<https://www.volvotrucks.cz/cs-cz/trucks/trucks/volvo-fh16/specifications.html>
- [8] [Volvotrucks.cz](http://volvotrucks.cz) – Modely – Volvo FH16 – Specifikace – produktové listy [Online] 15. 9. 2022
<https://brochures.volvotrucks.com/czech-republic/launch-2020/volvo-fh16overview/>
- [9] Scania.com/cs – Produkty – Řada S [Online] 15. 9. 2022
<https://www.scania.com/cz/cs/home/products/trucks/s-series.html>
- [10] Mercedes-benz-trucks.com/cs – Naše nákladní vozidla – Vůz Actros L. [Online] 15. 9. 2022
https://www.mercedes-benz-trucks.com/cs_CZ/models/actros-l.html

- [11] Daftrucks.cz – Vozidla DAF – Soubory ke stažení [Online] 15. 9. 2022
<https://www.daftrucks.cz/cs-cz/trucks/daf-xf#downloads>
- [12] Man.eu/cz – Nákladní automobil – Všechny modely – MAN TGX [Online] 15. 9. 2022
<https://www.man.eu/cz/cz/nakladni-automobil/vsechny-modely/man-tgx/specifikace/specifikace-tgx.html>
- [13] Volvotrucks.cz – Modely – Volvo FH – Specifikace [Online] 15. 9. 2022
<https://www.volvotrucks.cz/cs-cz/trucks/trucks/volvo-fh/specifications.html>
- [14] Volvotrucks.cz – Modely – Volvo FH16 – Specifikace – produktové listy [Online] 15. 9. 2022
- [15] <https://www.volvotrucks.cz/cs-cz/trucks/trucks/volvo-fh/specifications/cab.html> [Online] 15. 9. 2022
- [16] <https://www.wolframalpha.com/> [Online] 13. 3. 2023
- [17] <https://matrixcalc.org/> [Online] 13. 3. 2023

10 Seznam tabulek

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabulka 1 - Konfigurace VOLVO FH16 | 37 |
| Tabulka 2 - Konfigurace SCANIA řady S..... | 37 |
| Tabulka 3 - Konfigurace Mercedes-Benz Actros L | 38 |
| Tabulka 4 - Konfigurace DAF XF | 38 |
| Tabulka 5 - Konfigurace MAN TGX..... | 39 |
| Tabulka 6 - Konfigurace VOLVO FH..... | 39 |
| Tabulka 7 - Kriteriaální matice | 40 |
| Tabulka 8 - Saatyho metoda podle autora práce..... | 41 |
| Tabulka 9 - Saatyho metoda podle společnosti Hanyš, s.r.o. | 42 |
| Tabulka 10 - Saatyho metoda podle společnosti NOSPED, s.r.o. | 43 |
| Tabulka 11 - Saatyho metoda podle společnosti Miroslav Šmíd, s.r.o..... | 44 |
| Tabulka 12 - Saatyho metoda podle řidičky Radky Balousové | 45 |
| Tabulka 13 - Metoda váženého součtu podle autora práce | 46 |
| Tabulka 14 - Metoda váženého součtu podle společnosti Hanyš, s.r.o. | 47 |
| Tabulka 15 - Metoda váženého součtu podle společnosti NOSPED, s.r.o. | 48 |
| Tabulka 16 - Metoda váženého součtu podle společnosti Miroslav Šmíd, s.r.o..... | 49 |
| Tabulka 17 - Metoda váženého součtu podle řidičky Radky Balousové | 50 |
| Tabulka 18 - Celkové zhodnocení výsledků metodou váženého součtu | 51 |
| Tabulka 19 - Normalizovaná kriteriaální matice TOPSIS podle autora práce | 52 |
| Tabulka 20 - Výsledky metody TOPSIS podle autora práce | 53 |
| Tabulka 21 - Normalizovaná kriteriaální matice TOPSIS podle hodnotitele společnosti Hanyš, s.r.o. | 54 |
| Tabulka 22 - Výsledky metody TOPSIS podle hodnotitele společnosti Hanyš, s.r.o. | 55 |
| Tabulka 23 - Normalizovaná kriteriaální matice TOPSIS podle hodnotitele společnosti NOSPED, s.r.o..... | 56 |
| Tabulka 24 - Výsledky metody TOPSIS podle hodnotitele společnosti NOSPED, s.r.o. | 57 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabulka 25 - Normalizovaná kritériální matice TOPSIS podle hodnotitele společnosti Miroslav Šmíd, s.r.o. | 58 |
| Tabulka 26 - Výsledky metody TOPSIS podle hodnotitele společnosti Miroslav Šmíd, s.r.o. | 59 |
| Tabulka 27 - Normalizovaná kritériální matice TOPSIS podle hodnotitele – řidičky Radky Balousové..... | 60 |
| Tabulka 28 - Výsledky metody TOPSIS podle hodnotitele – řidičky Radky Balousové | 61 |
| Tabulka 29 - Celkové zhodnocení výsledků metodou TOPSIS | 62 |
| Tabulka 30 - Váhy kritérií podle autora práce..... | 63 |
| Tabulka 31 - Preference variant a jejich preferenční hodnoty dle kritéria V. M. podle autora práce | 63 |
| Tabulka 32 - Preference variant a jejich preferenční hodnoty dle kritéria T. M. podle autora práce | 64 |
| Tabulka 33 - Preference variant a jejich preferenční hodnoty dle kritéria N. P. podle autora práce | 64 |
| Tabulka 34 - Preference variant a jejich preferenční hodnoty dle kritéria D. L. podle autora práce | 65 |
| Tabulka 35 - Preference variant a jejich preferenční hodnoty dle kritéria V. K. podle autora práce | 65 |
| Tabulka 36 - Preference variant a jejich preferenční hodnoty dle kritéria O. N. podle autora práce | 66 |
| Tabulka 37 - Výsledky metody AHP podle autora práce | 66 |
| Tabulka 38 - Váhy kritérií podle hodnotitele společnosti Hanyš, s.r.o..... | 67 |
| Tabulka 39 - Preferenční hodnoty jednotlivých kritérií pro jednotlivé tahače a celkový užitek tahače podle hodnotitele společnosti Hanyš, s.r.o..... | 67 |
| Tabulka 40 - Váhy kritérií podle hodnotitele NOSPED, s.r.o..... | 68 |
| Tabulka 41 - Preferenční hodnoty jednotlivých kritérií pro jednotlivé tahače a celkový užitek tahače podle hodnotitele NOSPED, s.r.o. | 68 |
| Tabulka 42 - Váhy kritérií podle hodnotitele Miroslav Šmíd, s.r.o. | 68 |
| Tabulka 43 - Preferenční hodnoty jednotlivých kritérií pro jednotlivé tahače a celkový užitek tahače podle hodnotitele Miroslav Šmíd, s.r.o..... | 69 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabulka 44 - Váhy kritérií podle hodnotitele Radky Balousové | 69 |
| Tabulka 45 - Preferenční hodnoty jednotlivých kritérií pro jednotlivé tahače a celkový užitek tahače podle hodnotitele Radky Balousové | 70 |
| Tabulka 46 - Celkové zhodnocení výsledků metodou AHP | 71 |
| Tabulka 47 - Celkové zhodnocení výsledků všech metod VHV | 72 |