



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

STUDIE NOVÝCH TRENDŮ ZELENÉ LOGISTIKY

STUDY OF GREEN LOGISTICS TRENDS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Vítek Hříbal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.

BRNO 2022

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav managementu
Student: Ing. Vítek Hříbal
Vedoucí práce: Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.
Akademický rok: 2021/22
Studijní program: Strategický rozvoj podniku

Garant studijního programu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Studie nových trendů zelené logistiky

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu
Vlastní návrhy řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Návrh vyhodnocení možnosti implementace nových trendů green logistiky v interní logistice podniku

Základní literární prameny:

FAHIMNIA, Behnam, Michael G.H BELL, David A. HENSHER a Joseph SARKIS. Green Logistics and Transportation: A Sustainable Supply Chain Perspective. Imprint: Springer, 2015. ISBN 9783319171814.

FOTR, Jiří. Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje. Praha: Ekopress, 2006. ISBN 8086929159.

GROS, Ivan. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 9788070809525.

MCKINNON, Alan C. Green logistics: improving the environmental sustainability of logistics. Third edition. Philadelphia: Kogan Page, 2015. ISBN 9780749471859.

WANG, Hsiao-Fan a Surendra M. GUPTA. Green supply chain management: product life cycle approach. New York: McGraw Hill, c2011. ISBN 9780071622837.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně dne 28.2.2022

L. S.

doc. Ing. Vít Chlebovský, Ph.D.
garant

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

ABSTRAKT

Závěrečná práce se zabývá výběrem vhodného pohonu pro vozidla interní dopravy společnosti v návaznosti na nové trendy v zelené logistice. V teoretické části jsou charakterizovány pojmy logistika, logistický řetězec a jeho součásti, legislativní východiska práce a metody vícekriteriálního rozhodování. V praktické části jsou popsány srovnávané pohony, vymezena zkoumaná oblast a popsána srovnávaná kritéria. V aplikační části jsou aplikovány metody vícekriteriálního rozhodování, a to metoda váženého součtu a metoda TOPSIS. Na základě vyhodnocení srovnávaných variant byla navržena budoucí obměna vozového parku interní přepravy společnosti.

ABSTRACT

The master theses focuses on the selection of a suitable drive for the company's internal transport vehicles focusing on new trends in green logistics. The theoretical part characterizes the concepts of logistics, supply chain and its components, legislative background and methods of multicriteria decision-making. The practical part describes the compared drives, defines the research area and describes the compared criteria. In the application part, methods of multicriteria decision-making are applied, namely the weighted sum method and the TOPSIS method. Based on the evaluation of the compared variants, a future change of the company's internal transport fleet was proposed.

KLÍČOVÁ SLOVA

Logistika, zelená logistika, vícekriteriální rozhodování, rozhodovací proces, metoda váženého součtu, TOPSIS

KEY-WORDS

Logistics, green logistics, multicriteria decision making, decision process, weighted sum method, TOPSIS

Bibliografická citace práce

HŘÍBAL, Vítek. Studie nových trendů zelené logistiky [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-04-30]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/140607>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Vladimír Bartošek.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 10. května 2022

.....
Ing. Vítek Hříbal

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu této diplomové práce, panu doktoru Vladimíru Bartoškovi za jeho ochotu, čas a vstřícnosti při vedení konzultací a poskytování cenné zpětné vazby k předkládané diplomové práci.

1	Úvod	9
1.1	Omezení práce	9
2	Cíle práce, metody a postupy zpracování.....	10
3	Teoretická východiska práce	10
3.1	Logistika.....	10
3.2	Evropská legislativa	19
3.3	Green Logistika.....	25
3.4	Ekonomické aspekty	30
3.5	Environmentální perspektiva.....	32
3.6	Sociální perspektiva.....	33
3.7	Aktuální trendy v green logistice	34
3.8	Technické trendy.....	35
4	Metody vícekritériálního rozhodování	39
4.1	Charakteristika rozhodovacího procesu	40
4.2	Metody stanovení vah kritérií	45
4.3	Metody vícekritériálního hodnocení variant.....	48
5	Analýza současného stavu zkoumané oblasti	52
5.1	Představení společnosti.....	52
5.2	Vymezení zkoumané oblasti	54
5.3	Srovnávaná kritéria a výběr vhodné varianty	61
6	Vlastní návrhy řešení.....	66
6.1	Návrh obměny vozového parku	66
6.2	Shrnutí základních poznatků.....	70
7	Závěr	73

1 Úvod

Logistika jako věda se v čase stejně jako vše ostatní vyvíjí. Stejně tak logistické trendy kopírují vývoj společenských trendů. Současně s růstem významu ochrany životního prostředí v dnešním světě nabývá na významu trend zelené logistiky, která se snaží dosáhnout neutrality vzhledem k dopadu na životní prostředí.

Aktuální geopolitická situace nadále vyzdvihuje nutnost energetické soběstačnosti, využívání obnovitelných zdrojů energie a jejich další rozvoj do budoucna. Turbulentnost doby je nadále podtržena doznívající pandemií COVID-19 a jejího dopadu na globální dodavatelské řetězce, včetně ekonomických dopadů na průmyslová odvětví. Je proto potřeba pracovat na rozvoji nových technologií, které pomohou situaci stabilizovat a implementovat je do praxe.

1.1 Omezení práce

Předkládaná diplomová práce byla vypracována v období turbulentních změn v geopolitickém prostředí. Pokračující pandemie virového onemocnění COVID-19, která měla negativní dopad na dodavatelské řetězce a ekonomiky jednotlivých států, následovaná invazí Ruska na Ukrajinu, měly výrazný dopad na ceny surovin, a především těch strategických, světové trhy a akcelerovaly růst inflace jednotlivých světových ekonomik. Tyto následky mohou mít negativní dopad na výsledky dílčích výpočtů v rámci této práce a vést k dočasnému znevýhodnění jednotlivých posuzovaných variant.

2 Cíle práce, metody a postupy zpracování

Cílem této diplomové práce je volba vhodného druhu pohonu pro vozidla interní přepravy vybrané společnosti. Kritéria a váhy byla zvolena na základě odborných rozhovorů se zaměstnanci vybrané společnosti.

V první kapitole je popsán pojem logistika, její historický vývoj, činnosti a procesy a dodavatelský řetězec, na které se zelené principy v praxi aplikují. Dále je popsána legislativa týkající se přepravy nákladními automobily. Její historie, aktuálně platná legislativa a její očekávaný budoucí vývoj. Ve poslední podkapitole je vysvětlen a popsán samotný termín zelená logistika, její podstata, ekonomické, enviromentální a sociální perspektivy. Dále jsou popsány aktuální trendy a možnosti alternativních pohonů.

Ve druhé kapitole jsou popsány metody vícekritériálního rozhodování a jejich jednotlivé části. Dále popisuje prvky rozhodovacího procesu, jejich členění a rozhodovací modely. Dále jsou v kapitole popsána kritéria hodnocení variant a metody stanovení jejich vah.

Ve třetí kapitole je formulován rozhodovací problém, aplikovány vybrané metody vícekritériálního rozhodování a na závěr jsou metody vyhodnoceny a shrnuty základní poznatky. Zároveň je na základě vyhodnocení optimální varianty pohonu představen návrh optimalizovaného řešení pro obnovu vozového parku společnosti.

3 Teoretická východiska práce

3.1 Logistika

Termín logistika je světovou literaturou podáván v mnoha různých významech, v tuzemské odborné literatuře je však nejčastěji využívána následující definice. „Logistika je ta část řízení dodavatelského řetězce, která plánuje, realizuje a efektivně a účinně řídí dopředné i zpětné toky výrobků, služeb a příslušných informací od místa původu do místa spotřeby a skladování zboží tak, aby byly splněny požadavky konečného zákazníka.“ (Gros, 2016, str. 25).

Definice pojmu dle Evropské logistické asociace je následující: „Logistika je proces plánování, realizace a řízení efektivního, výkonného toku a skladování zboží, služeb a souvisejících informací z místa vzniku do místa spotřeby, jehož cílem je uspokojení zákazníků.“ (Gros, 1996, str. 3)

Ačkoliv se s logistickými procesy setkáváme jako s nedílnou součástí výrobního procesu od jeho počátků, zvýšená důležitost je jí přikládána až v posledních přibližně 50 letech. Právě v období před 50 lety se logistika stala jedním z klíčových prvků při hodnocení obchodní úspěšnosti podniků a také jedním z oborů vysokoškolského studia. Primární cíle logistiky jsou především obchodního charakteru, tedy maximalizace zisku podniku. Postupem času však došlo současně se společenským vývojem k přehodnocení a firmy byly donuceny zahrnout také sociální a environmentální stránku, kdy dochází i k ovlivnění širší veřejnosti. V posledních 20 letech jsou proto výrobci vystavováni značnému tlaku v souvislosti s požadavky na minimalizaci dopadů na environment. (Browne, Whiteing, Mckinnon, 2015)

Samotná logistická věda je poměrně mladým oborem, avšak lidstvo její principy využívá již po stovky až tisíce let. Od pradávna si lidé využívali směny zboží, či přesuny věcí z bodu A do bodu B, případně využívali logistiku při procesu výstavby starověkých monumentů, jakými byly například egyptské pyramidy.

„První zprávy o materiálním zabezpečování stavebních činností v organizovaných formách nacházíme ve staré Číně v období zhruba 6 tisíc let před Kristem. Tehdy, zejména v oblasti Žluté řeky, kde již existovaly první státní útvary, se prováděly určité obrovské protipovodňové stavby.“ (Bakešová a Křest'an, 2007, str. 6)

3.1.1 Vývoj logistiky

Vývoj logistiky do současné podoby probíhal po celá staletí a v každé z daných vývojových fází byla současně provázána se soudobým ekonomickým systémem a rozvojem. Vývoj logistiky lze rozdělit do pěti samostatných historických etap, kdy součástí každé z těchto etap bylo spojení s příchodem jezdny z velkých technologických inovací.

První fázi vývoje logistiky lze označit jako „doprava v preindustriálním období“. Toto období trvalo až do nástupu průmyslové revoluce na konci 18. století. V průběhu této fáze nebyla lidstvu k dispozici žádná forma mechanizované dopravy. Nejpokročilejší soudobé dopravní technologie využívaly tažnou sílu dobytka a přírodní sílu větru. Dopravní systémy dosahovaly velmi nízké efektivity. Negativním důsledkem toho byla vzájemná izolace jednotlivých významných světových měst. Za první významnou obchodní cestu kterou lidstvo vybudovalo, lze považovat Hedvábnou stezku ve Střední Asii.

Jako druhou fázi vývoje logistiky lze označit „průmyslovou revoluci a dopravu“. Tato druhá fáze trvala až do roku 1870. Přelomovým vynálezem z tohoto období se stal vynález parního stroje. Tento vynález stál u počátků vodní dopravy a zahájení mechanizace. Dalšími významnými dopravními modifikacemi v rámci tohoto období byly vznik a rozvoj železnic, a vznik systému plavebních kanálů. K významným změnám a rozvoji došlo také v možnostech mezinárodní dopravy, kdy došlo ke zkrácení relativních vzdáleností mezi významnými metropolemi. Soudobé technologie umožnily vznik prvních pravidelných námořních linek, díky kterým došlo ke spojení přístavů v rámci celého světa.

Za třetí fázi rozvoje logistiky je považováno období vzniku „moderních dopravních systémů“. Období trvání této fáze se datuje až do roku 1920 a primárním poznávacím znamením je přechod od využívání uhlí jako základní suroviny k využívání ropy. Dále se toto období zapsalo do dějin také rozvojem a výstavbou významných světových průplavů, s čímž je zároveň také provázán další významný rozvoj lodní dopravy. Dále je toto období označováno také jako „Zlatá éra železnice“.

Jako čtvrtá fáze rozvoje logistiky je označována „doprava ve fordistické éře“. Doba trvání této etapy je až do roku 1970. V rámci této etapy došlo k vývoji přelomových vynálezů, především tedy spalovacího motoru a pneumatiky pro soudobá vozidla. Vývojem a dalším rozvojem těchto vynálezů mezi masy došlo k dalšímu rozvoji levné, rychlé a flexibilní dopravy. Dalším ze zásadních kroků se stal rozvoj letecké dopravy. K největšímu rozvoji letecké dopravy došlo v období po 2. světové válce, kdy byla letecká doprava schopna za využití tryskových letadel pojmout a přepravovat stále objemnější náklady.

Jako doposud poslední vývojovou etapou, pátou fází, je označována doprava v „postfordistické éře“. Tato hlavní specifika této fáze se uvádějí především globalizace obchodu, rozvoj telekomunikačních sítí a další rozvoj masové letecké dopravy. Tento rozvoj umožnil další nárůst množství nákladní dopravy na všech úrovních, a to dále vedlo k dalším změnám v organizaci distribučních systémů, tedy k dalšímu rozvoji a zvýšení významu logistiky jakožto klíčového elementu výroby a distribuce zboží. Shoda mezi odborníky panuje na hlavním atributu, který vedl ke zvýšení efektivity nákladní dopravy, a to sice zavedení kontejnerové dopravy. V letecké dopravě došlo dále k rozvoji velkých

dopravních letadel. Důsledkem toho bylo snížení cen letenek a letecká doprava se stala dostupnou široké veřejnosti. Převládající druhem dopravy se však vzhledem k její jednoduchosti a pružnosti stala doprava silniční. Rozvoj dopravy s sebou však nese i negativní dopady. Za primární negativní dopad lze v současné době považovat dopad na environment. (Rodrigue a kol. 2013).

Pojem logistika je v současné době spojován především v kontextu s přepravou, skladováním a manipulací se zbožím. Celý logistický proces má však počátek u těžby zdrojů a surovin nezbytných pro výrobu a koneu u předání hotového produktu konečnému spotřebiteli na místě určení, případně materiálu na místě spotřeby.

3.1.2 Logistické procesy a činnosti

K zajištění hladkého toku produktů napříč řetězcem, je třeba zajistit níže vyjmenované činnosti. Lambert, Stock, a Ellram (2005, s. 15) uvádí, že jsou to:

- „Zákaznický servis (Customer service)
- Prognózování/plánování poptávky (Demand forecasting/planning)
- Řízení stavu zásob (Inventory management)
- Logistická komunikace (Logistics communications)
- Manipulace s materiálem (Material handling)
- Vyřizování objednávek (Order Processing)
- Balení (Packaging)
- Podpora servisu a náhradní díly (Parts and service support)
- Stanovení místa výroby a skladování (Plant and warehouse site selection)
- Pořizování/nákup (Procurement)
- Manipulace s vráceným zbožím (Return goods handling)
- Zpětná logistika (Reverse logistics)
- Doprava a přeprava (Traffic and transportation)
- Skladování (Warehousing and storage)“

Ačkoliv ne všechny tyto činnosti musí v rámci podniku nezbytně spadat do kompetence logistického útvaru, zjevně vstupují a ovlivňují logistický proces jako celek.

Zákaznický servis

Zákaznický servis je výstupem logistického systému. Jako zákaznický servis je považován přesun správného produktu, na správné místo, správnému zákazníkovi, ve správném stavu, ve správné době, při nejnižších nákladech.

Prognózování/plánování poptávky

Prognózování a plánování poptávky prochází napříč podnikem. Ze strany logistiky se jedná především o aktivity prognózování budoucích objednávek od dodavatelů a prognózy potřebných objemů pro jednotlivé trhy. V některých podnicích může být logistika zdrojem plánu pro oblast výroby.

Řízení stavu zásob

Cílem řízení stavu zásob je udržování takového stavu zásob, který bude vykazovat ideální poměr udržení zákaznického servisu ku nákladům na udržování zásob. Finance vázané v zásobách nemůže podnik aktivně využívat k alternativním investicím. Mezi náklady na udržování zásob se řadí kapitál vázaná v zásobách, variabilní skladovací náklady a náklady na zastarávání zboží.

Logistická komunikace

Komunikace v posledních letech vykazuje vysoký nárůst komplexnosti, automatizace a rychlosti. V rámci logistické komunikace se jedná především o vztahy mezi podnikem, dodavatelem a zákazníky. V rámci podniku jde o komunikaci mezi hlavními články podniku – logistika, technické útvary, účetnictví, marketing a výroba. Dále je v rámci komunikace řešena koordinace skladovaného materiálu, zásob ve výrobě a hotových výrobků.

Manipulace s materiálem

Manipulace s materiálem je širokou oblastí v jejímž rámci jsou řešeny všechny aspekty pohybu či přesunu surovin, zásob a hotových výrobků. Manipulace a pohyb materiálem způsobují náklady, které nedodávají položce žádnou přidanou hodnotu. Primárním cílem

řízení materiálového toku je tedy tyto náklady minimalizovat všude tam, kde je to možné. Toho je dosaženo především minimalizací přepravních vzdáleností, úzkých míst, stavu zásob a ztrát.

Vyřizování objednávek

Vyřizování objednávek je komplexním procesem, který zahrnuje přijetí objednávky, interní vypořádání a komunikaci se zákazníky až po samotné vyřízení objednávky a její dostupnost pro zákazníka. Zároveň je v tomto skryta i kontrola stavu zásob, kontrola kreditního limitu zákazníka, fakturace a stavu pohledávek. Vyřizování objednávek je širokou a vysoce automatizovanou oblastí. Doba cyklu objednávky je styčným bodem zákazníka s podnikem. Dle doby vyřízení hodnotí zákazník úroveň kvality služeb. Je tedy vhodné tuto dobu minimalizovat.

Balení

Balení plní z pohledu zákazníka důležitou funkci formy reklamy, kdy je první součástí, se kterou zákazník přichází do kontaktu. Z logistického hlediska plní funkci ochrany zboží během jeho uskladnění a přepravy, což je důležité především z pohledu kombinované přepravy na dlouhé vzdálenosti. Navíc v dnešní době obal plní i důležitou roli nositele informace v podobě logistických štítků. Pokud je balení vhodně navrženo vzhledem k manipulaci a skladování, může být důležitým faktorem k usnadnění přepravy a uskladnění zboží.

Podpora servisu a náhradní díly

Mimo zabezpečení vstupů pro výrobu je logistika zodpovědná také za poskytování poprodejního servisu. Mezi tyto aktivity patří například dodávání náhradních dílů prodejcům, vyzvedávání špatně fungujících a vadných produktů od zákazníků, rychlou reakci na požadavky na opravy nebo samotné uskladnění dostatečného množství náhradních dílů. Prodlevy vzniklé čekáním na opravu mohou v průmyslové sféře generovat velké ztráty, a proto je cílem tato rizika minimalizovat.

Výběr místa výrobního závodu a skladu

Určení lokality pro výrobní a skladovací část podniku se řadí mezi základní strategická rozhodnutí, která souvisejí s cenami přepravy materiálů a produktů jak směrem do

podniku, tak směrem k odběratelům. Současně s tím ovlivňují rychlost odezvy a zákaznického servisu, který je podnik schopen poskytovat. Do úvahy o výběru vhodné lokality se zahrnují i faktory jako dostupnost dodavatelů, zákazníků, kvalifikovaných pracovníků, dostupnost dopravních služeb či místní platové podmínky.

Pořizování/nákup

Pořizováním se rozumí nákup vstupů od jiných organizací s cílem podpory firemních operací od výroby po marketing, prodej a logistiku. Cílem logistiky v této oblasti je řízení zásobování tak, aby nedošlo k neplánovým prostojům. Pokud je v rámci organizace vytvořen dlouhodobý vztah s dodavateli, roste význam pořizování a jeho možný přínos rentability. Čím blíže se podniky propojí a automatizují, tím lépe lze optimalizovat systém zásobování.

Manipulace s vráceným zbožím

V případě, kdy dojde k neshodě mezi požadavky zákazníka a vlastnostmi produktu, dochází k vrácení zboží zpět k výrobcí. Vrácení zboží je složitý proces především proto, že logistika podniku je nastavena na tok velkého množství směrem k zákazníkům. Opačným směrem se jedná o malé objemy zboží, což tento proces činí relativně nákladným. Optimalizace v této oblasti může podniku přinést relativně velké úspory.

Zpětná logistika

V procesu výroby, distribuce a balení zboží vzniká souběžně s výrobky i velké množství odpadového materiálu. Cílem zpětné logistiky je odstranění a případně i likvidace tohoto odpadového materiálu. Mezi činnosti, které jsou v tomto ohledu vykonávány patří především zabezpečení dočasného uskladnění těchto odpadových materiálů, jejich odvoz do místa likvidace, zpracování a recyklace, či jejich opětovné použití.

Doprava a přeprava

Samotný přesun materiálů od místa vzniku do místa spotřeby, případně až do místa konečné likvidace je samou podstatou logistické činnosti. K zajištění přepravy je potřeba naplánovat celý logistický proces od výběru druhu přepravy – letecká, železniční, vodní, nákladní, potrubní či kombinovaná – přes výběr trasy, až po zajištění toho, aby přeprava probíhala v souladu s legislativními předpisy toho daného území, na kterém je transport

prováděn. Ve srovnání s ostatními logistickými procesy doprava často představuje největší samostatnou nákladovou položku.

Skladování

Činnosti týkající se skladování se výraznou měrou podílejí na tvorbě užitné hodnoty času a místa. Umožňují uchování vyrobeného zboží pro pozdější potřebu. Zboží je výhodné skladovat poblíž místa spotřeby nebo místa jeho další přepravy a snižovat tak čas potřebný pro další přesuny. Aktivitě spojené se skladováním se týkají projekce dispozice a uspořádání skladů, rozhodování o vlastnictví skladů, rozsahu automatizace či školení personálu. (Lambert, Stock, a Ellram, 2005)

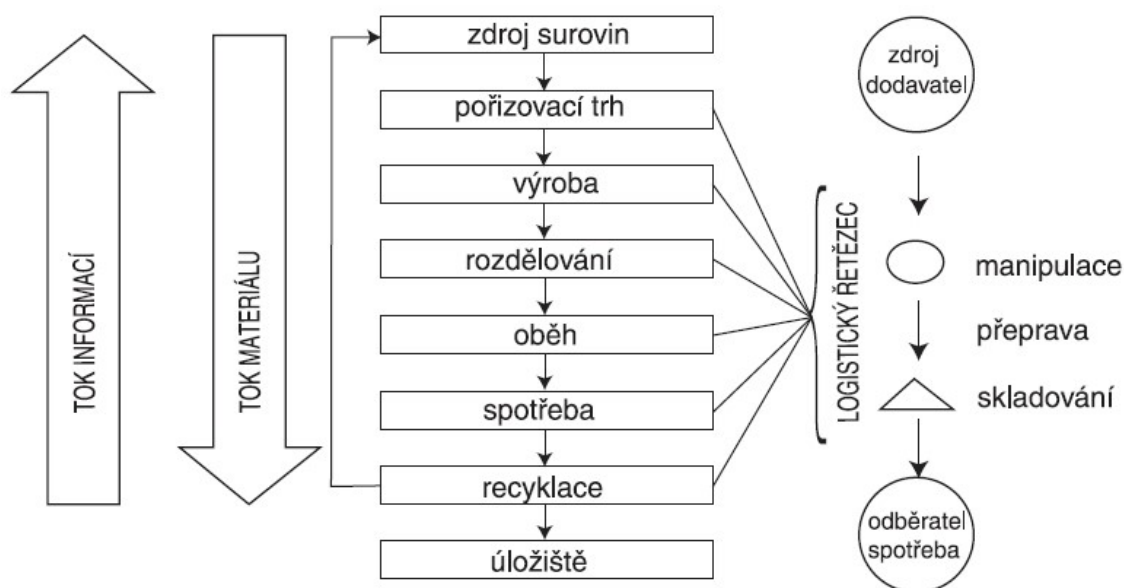
3.1.3 Logistický řetězec

Logistickým řetězcem se rozumí dynamické propojení mezi trhem spotřeby a trhem zdrojů, kdy je toto propojení chápáno z hmotného i nehmotného hlediska. Toto propojení vychází z poptávky konečného zákazníka s cílem je pružného, kvalitního a ekonomicky výhodného uspokojení poptávky a potřeby konečného článku logistického řetězce. Za logistický řetězec považujeme souhrn organizačních jednotek, agentur či institucí uvnitř a vně dané firmy, v jejichž rámci dochází k podpoře přerodu materiálu ve výrobek a jeho další umístění k zákazníkovi. Celý tento proces lze označit za realizaci materiálového toku.

Za základní cíl logistického řetězce lze považovat poskytnutí požadované kombinace výsupu konečnému spotřebiteli při minimálních nákladech. Základní struktura řetězce je utvářena samotnými spotřebiteli, kteří v rámci řetězce odebírají jen určité požadované kombinace nabízených úkonů. Cílem logistického řetězce je maximalizace zisku a spokojenosti zákazníka v přepočtu na jednotku výrobních nákladů

Logistický řetězec je rozdělen na hmotnou a nehmotnou stránku, kdy hmotná stránka zajišťuje přemísťování osob a věcí, které uspokojují potřebu konečného zákazníka. Tedy logistický produkt nebo věci, jež jsou pro danou potřebu nutné. Nehmotná část řetězce zajišťuje přemísťování a uchovávání dat a informací. Dílčí hmotné a nehmotné toky jsou uskutečňovány mezi různými články ve firmě, dopravě a zasílatelství. Články logistického řetězce jsou tvořeny provozy a jejich dílčími částmi. Mezi ty patří výrobní a montážní linky, dílny, sklady, prodejny, součásti spedice a další. Jednotlivé procesy

v logistickém řetězci na sebe navzájem navazují a tvoří funkční celek. Výstup z jednoho procesu tak logicky navazuje a zároveň tvoří vstup do dalšího procesu.



Obrázek 1 Logistický řetězec

Zdroj: Dlprofi.cz

Všechny odůvodněné procesy a operace v logistickém řetězci, které činí hotový výrobek disponibilním a přibližují jej ke konečnému zákazníkovi, nebo zvyšují jeho komfort při spotřebě, mají hodnototvorný charakter. Mezi tyto procesy lze zařadit i dopravu, jelikož zboží přibližuje spotřebiteli.

Logistický řetězec výrobního podniku se skládá z následujících částí:

- Opatřovací logistika – zabezpečení vstupů a styk s dodavateli
- Produkční logistika – řízení fyzických postupů ve výrobě
- Distribuční logistika – toky hotových výrobků k odběrateli

Logistický řetězec výrobního podniku v sobě zahrnuje postupy v průběhu celého výrobního procesu. Integrovaný systém hospodářství zabezpečuje efektivní zpracování informací, a tak i optimální synchronizaci materiálových a datových toků. (Tvrdoň, 2017)

3.2 Evropská legislativa

3.2.1 Akční plán pro logistiku nákladní dopravy

V rámci Evropské unie byl v roce 2007 vydán akční plán pro logistiku nákladní dopravy. Zahrnuje plánování, organizaci, správu, řízení a provádění operací nákladní dopravy. Obsahem tohoto plánu jsou krátkodobá až střednědobá opatření. Plán je jednou z řady iniciativ Evropské komise ke zlepšení účinnosti a udržitelnosti nákladní dopravy v EU.

Akční plán obsahuje následující klíčové body:

- „e-Freight: využívání informačních a komunikačních technologií (IKT) by mohlo umožnit spojení fyzického toku zboží s bezpapírovým, elektronickým tokem informací.
- Odstraňování úzkých profilů: bylo jich zjištěno téměř 500 od nedostatečné infrastruktury až po administrativní překážky. Ty lze řešit odbornou přípravou pro zajištění kvalifikovaného personálu, používáním ukazatelů výkonnosti a lepšími statistickými údaji.
- Dopravní řetězce: zjednodušení administrativních požadavků používáním jednoho dokumentu pro všechny formy dopravy a jasná pravidla odpovědnosti by mohla snížit náklady a omezit byrokracii.
- Hmotnosti a rozměry: Právní předpisy EU stanoví limity pro hmotnosti a rozměry vozidel. Nicméně pokud jde o hlediska hmotnosti, je určitá volnost pro rozhodování ponechána na vnitrostátních orgánech. Přezkum právních předpisů provedený v roce 2012 vedl v roce 2015 k přijetí revidovaných pravidel EU. Jejich cílem je zlepšit aerodynamiku vozidel a jejich energetickou účinnost.
- Zelené dopravní koridory: tyto integrované trasy by znamenaly možnost přepravy nákladu s menším dopadem na životní prostředí, a to kombinací pobřežní plavby, železnic, vnitrozemských silnic a vodních cest a příslušných technologií (např. IKT používaných v inteligentních dopravních systémech).
- Městská nákladní doprava: Evropská města jsou častým cílem nákladu přepravovaného na dlouhé vzdálenosti. K tomu by mělo přihlížet územní plánování měst.“

3.2.2 Bílá kniha EK k Plánu jednotného evropského dopravního prostoru

V roce 2011 byla vydána bílá kniha EK k plánu jednotného evropského dopravního prostoru. Obsahem knihy jsou 3 hlavní oblasti – příprava evropského dopravního prostoru na budoucnost, vize a strategie budoucího vývoje. Součástí této bílé knihy jsou následující body:

- Příprava evropského dopravního prostoru na budoucnost
- Vize konkurenceschopného a udržitelného dopravního systému
 - Snížení emisí o 60 % v kontextu rostoucí dopravy a podpory mobility
 - Účinná hlavní síť pro multimodální meziměstskou dopravu a přepravu
 - Globální rovnocenné podmínky pro dopravu na dlouhé vzdálenosti a mezikontinentální přepravu nákladu
 - Čistá městská doprava a dojíždění
 - Deset cílů pro konkurenceschopný dopravní systém účinně využívající zdroje: referenční hodnoty pro dosažení cíle snížení emisí skleníkových plynů o 60 %
- Strategie – co je potřeba udělat
 - Jednotný evropský dopravní prostor
 - Inovace pro budoucnost – technologie a přístup
 - Moderní infrastruktura, rozumné stanovování cen a financování
 - Vnější dimenze

3.2.3 Emisní normy pro nákladní vozidla

Všechna nově uvedená vozidla na evropský trh musí plnit platné legislativní limity exhalovaných emisí v podobě Euro norem. První normy vstoupily v platnost v roce 1992. Postupem času docházelo k postupnému snižování emisních limitů. V současné době platí norma Euro VI. Normy stanoví limity oxidu uhelnatého (CO), uhlovodíků (HC), oxidů dusíku (NO_x) a pevných částic (PM).

Historie

Emisní normy pro těžká nákladní vozidla byly v Evropě poprvé představeny v roce 1988. „Euro“ norma pro nákladní vozy byla uvedena v platnost v roce 1992 a každých několik let se přicházejí stále přísnější normy. Euro normy pro osobní vozy jsou číslovány římskými číslicemi (např. Euro I, II, ..., VI), zatímco normy pro nákladní vozy používají arabská čísla (např. Euro 1, 2...6). Testování se v případě nákladní vozidel provádí na samotných motorech spíše než na kompletních vozidlech a mezní hodnoty jsou vyjádřeny v gramech na kilowatthodinu (g/kWh) namísto v gramech na ujetý kilometr (g/km), jako je tomu u osobních vozidel.

Mnoho zemí od té doby vypracovalo předpisy, které jsou z velké části sladěny s evropskými normami; níže jsou uvedeny některé z nejdůležitějších kroků tvorby pravidel v předpisech pro motory pro nákladní vozy:

EURO 1 a 2

Norma Euro 1 byla zavedena v roce 1992 a následovalo zavedení předpisu Euro 2 v roce 1996. Tyto normy se vztahovaly jak na motory nákladních automobilů, tak na městské autobusy. Normy pro městské autobusy však byly dobrovolné.

EURO 3, 4 a 5

V roce 1999 přijala EU směrnici 1999/96/ES, která zavedla normy Euro 3 (2000) a také normy Euro 4/5 (2005/2008). Směrnice stanovila dobrovolné emisní limity, které jsou o něco přísnější než normy Euro 5 pro vozidla se sníženým dopadem na životní prostředí (EEV).

Následující směrnice byly důležitými doplňky nebo změnami původních norem:

Defeat Devices – V roce 2001 přijala Evropská komise směrnici 2001/27/EC, která zakázala používání emisních „odpojovacích zařízení“ a „iracionálních“ strategií kontroly emisí. Tato směrnice měla za cíl snížit účinnost systémů pro regulaci emisí, kdy vozidla za normálních jízdních podmínek vykazovala vyšší exhalované emise, než byly hodnoty naměřené během postupu testování emisí.

Pozměněné normy Euro 4 a 5 – směrnice 2005/55/ES, přijatá Evropským parlamentem v roce 2005, zavedla požadavky na životnost emisního systému a palubní diagnostiku

(OBD) a přepracované emisní limity pro Euro 4 a Euro 5, původně zveřejněné v roce 1999/96 /EC. V rámci regulačního přístupu „split-level“ byly technické požadavky týkající se životnosti a OBD – včetně ustanovení pro emisní systémy, které používají spotřební čidla – popsány Komisí ve směrnici 2005/78/ES.

Když byly přijaty normy Euro 4 a Euro 5, regulační orgány očekávaly, že přísné emisní normy exhalace pevných částic budou vyžadovat použití filtrů pevných částic DPF (Diesel Particulate Filters) v nákladních vozidlech. Vyladěním svých motorů na vysokou úroveň emisí NO_x a úsporu paliva a relativně nízké úrovně emisí pevných částic však výrobci dokázali splnit emisní normy Euro 4 a 5 bez použití DPF. Namísto toho výrobci použili systém selektivní katalytické redukce ke snížení emisí NO_x z výfuku, aby splnili normy Euro 4 a Euro 5. Tato strategie dodržování předpisů však nesnížila emise nejmenších a nejnebezpečnějších částic na stejnou úroveň jako při použití DPF.

EURO 6

Emisní norma Euro 6 byla zavedena nařízením (ES) č. 595/2009 a provedena nařízením (EU) č. 582/2011, které stanoví všechny technické podrobnosti. Nařízení byla od svého původního přijetí několikrát pozměněna, aby zavedla další prvky pro různé prováděcí kroky.

Euro 6 oproti předchozí emisní normě (Euro 5) upravuje emisní limity, prodlužuje ustanovení o životnosti emisního systému vozu a zavádí několik důležitých nových prvků. A to sice:

- Nové přechodné a stacionární pracovní cykly. World Harmonized Transient Cycle (WHTC) a World Harmonized Stationary Cycle (WHSC);
- Limity počtu exhalovaných částic (PN);
- Nové požadavky na testování – včetně testování mimo cyklus a testování PEMS
- Přísnější požadavky na OBD;
- Limity koncentrace amoniaku (NH₃).

Tier	Date	Test	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NOx (g/kWh)	PN (#/kWh)	PM (mg/kWh)	Smoke (m ⁻¹)
Euro I	1992 (< 85 kW)	R-49	4.5	1.1	8.0	–	612	–
	1992 (> 85 kW)		4.5	1.1	8.0	–	360	–
Euro II	October 1996		4.0	1.1	7.0	–	250	–
	October 1998		4.0	1.1	7.0	–	150	–
Euro III	Voluntary EEV (October 1999 to January 2013)	ESC & ELR	1.5	0.25	2.0	–	20	0.15
	October 2000	ESC & ELR	2.1	0.66	5.0	–	100	0.8
Euro IV	October 2005		1.5	0.46	3.5	–	20	0.5
Euro V	October 2008		1.5	0.46	2.0	–	20	0.5
Euro VI	January 2013	WHSC	1.5	0.13	0.4	8.0×10 ¹¹	10	–

Note: EEV – enhanced environmentally-friendly vehicles

Obrázek 2 Emisní normy pro nákladní vozidla

Zdroj: europa.eu

Step	Implementation dates			ISC PEMS Requirements			
	New types	All vehicles	Last possible registration	PEMS power threshold	Min. coolant temperature	CF gaseous pollutants	CF PN
A	Jan. 2013	Jan. 2014	Aug. 2015	20% of max. power	70°C	150	–
B (CI)	Jan. 2013	Jan. 2014	Dec. 2016				
B (PI)	Sept. 2014	Sept. 2015	Dec. 2016				
C	Jan. 2016	Jan. 2017	Aug. 2019				
D	Sept. 2018	Sept. 2019	Dec. 2021	10% of max. power	30°C		1.63 ^a
E	Sept. 2020	Sept. 2021	–				
	Notes: (a) For PI engines and dual-fuel engines, the conformity factor for PN applies from 2023.01 for new types, and from 2024.01 for all new vehicles.						

Obrázek 3 Požadavky na kroky Euro VI A-E

Zdroj: europa.eu

Vehicle Category†	Period*	
	Euro IV-V	Euro VI
N1 and M2	100,000 km / 5 years	160,000 km / 5 years
N2 N3 ≤ 16 ton M3 Class I, Class II, Class A, and Class B ≤ 7.5 ton	200,000 km / 6 years	300,000 km / 6 years
N3 > 16 ton M3 Class III, and Class B > 7.5 ton	500,000 km / 7 years	700,000 km / 7 years

† Mass designations (in metric tons) are the maximum technically permissible mass
* km or year period, whichever is sooner

Obrázek 4 Požadavky na dobu plnění emisních norem

Zdroj: europa.eu

3.2.4 Evropské normy pro emitovaný hluk

Vnější hluk emitovaný osobními automobily je kontrolován od roku 1929, kdy byly zavedeny předpisy pro motorová auta (nadměrný hluk). Nové vozy nyní musí splňovat celoevropské hlukové limity. Ty byly postupně sníženy z 82 decibelů v roce 1978 na současnou hranici 72 dB stanovenou v roce 2016. Výjimku tvoří terénní vozidla. Ta mohou být o 1 dB hlasitější a například vozidla pro vozičkáře nebo obrněná vozidla mohou být hlasitější o 2 dB. Výše uvedené hladiny hluku jsou maximálními hladinami, které jsou povoleny pro nové typy vozidel.

Od července 2016 bylo zavedeno nové nařízení EU. Nařízení (EU) č. 540/2014 postupně zavádí přísnější limity hluku po dobu 10 let spolu s revidovaným, reprezentativnějším zkušebním postupem. Do roku 2026 bude limit pro většinu nových osobních automobilů 68 dB(A).

Kategorie vozidla	Popis kategorie vozidla	Mezní hodnoty vyjádřené v dB(A) [decibely(A)]		
		Fáze 1 použitelná pro nové typy vozidel ode dne 1. července 2016	Fáze 2 použitelná pro nový typ vozidla ode dne 1. července 2020 a pro první registraci ode dne 1. července 2022	Fáze 3 použitelná pro nový typ vozidla ode dne 1. července 2024 a pro první registraci ode dne 1. července 2026
N	Vozidla používaná pro přepravu nákladu			
N ₁	hmotnost ≤ 2500 kg	72	71	69
N ₁	2500 kg < hmotnost ≤ 3500 kg	74	73	71
N ₂	jmenovitý výkon motoru ≤ 135 kW	77	75 ^(?)	74 ^(?)
N ₂	jmenovitý výkon motoru > 135 kW	78	76 ^(?)	75 ^(?)
N ₃	jmenovitý výkon motoru ≤ 150 kW	79	77	76 ^(?)
N ₃	150 kW < jmenovitý výkon motoru ≤ 250 kW	81	79	77 ^(?)
N ₃	jmenovitý výkon motoru > 250 kW	82	81	79 ^(?)

Mezní hodnoty se zvyšují o 1 dB (2 dB(A) pro kategorie N₁ a M₁) u vozidel, která splňují příslušnou definici terénních vozidel stanovenou v bodě 4 části A přílohy II směrnice 2007/46/ES.
U vozidel kategorie M₁ platí zvýšené mezní hodnoty pro terénní vozidla pouze tehdy, pokud je maximální technicky přípustná hmotnost naloženého vozidla vyšší než 2 tuny.
Mezní hodnoty se zvyšují o 2 dB(A) u vozidel přístupných pro invalidní vozík a u pancéřovaných vozidel definovaných v příloze II směrnice 2007/46/ES.
⁽¹⁾ Vozidla M₁ odvozená z vozidel N₁:
Vozidla M₁ s bodem R > 850 mm od země a celkovou přípustnou hmotností naloženého vozidla vyšší než 2500 kg musí splňovat mezní hodnoty vozidel N₁ (2500 kg < hmotnost ≤ 3500 kg)
⁽²⁾ + 2 roky pro nový typ vozidla a + 1 rok pro registraci nových vozidel

Obrázek 5 Limity pro hluk emitovaný nákladními automobily

Zdroj: europa.eu

3.3 Green Logistika

Za základní princip zelené logistiky lze považovat propojení daných logistických procesů s ekologickými cíli (Sidora, 2017). V současné době je velmi důležité, zda je smýšlení podniku nastaveno tak, aby zohledňovalo využití obnovitelných zdrojů, bralo zřetel na životní prostředí a také na s green logistikou související enviromentální aspekty. Toto vnímání začalo být ve společnosti přijímáno před deseti až patnácti lety. Od této doby je pro jednotlivé podniky, výrobce i spotřebitele důležité plnění jednotlivých předepsaných norem. S postupem času rostou nároky na plnění limitů a jejich dodržování. Složitost a komplexita problematiky ochrany enviromentu tedy s postupem času roste. Na druhou stranu díky rozvoji nových technologií dochází k usnadnění v dosahování nastavených cílů prostřednictvím vývoje nových materiálů či inovativních výrobních metod. S pojmem green logistika se často pojí problematika obalového hospodářství, jelikož obaly tvoří jednu z největších složek odpadů vůbec. Dochází tedy k výraznému zvýšení významu technických vlastností a recyklovatelnosti materiálů.

Zejména v posledních letech se stala schopnost implementace principů green logistiky jedním z nástrojů zisku konkurenčního výhody. A to nejen v tradiční finanční podobě ziskovosti a návratnost investice, ale především minimalizace zátěže životního prostředí. Efektivní využívání energie se stalo velmi důležitým faktorem. Rozvoj inovací a přístupů v tomto směru bude vést k dalšímu růstu množství podniků, které kladou důraz na minimalizaci negativního dopadu na životní prostředí a rozvoj udržitelnosti.

Implementace principů green logistiky do podnikových procesů se může jevit jako poměrně jednoduchá záležitost, přinášející jen samá pozitiva. Realita je však složitější. Logistika, která bere ohled na životní prostředí, je složitou a na zdroje nákladnou záležitostí, která s sebou přináší mnoho úskalí. Pro mnoho podniků je samotná vysoká počáteční investice hlavním důvodem pro zamítnutí implementace principů green logistiky do svých interních procesů. Částečná kompenzace se v tomto případě nabízí prostřednictvím dotačních fondů a programů EU. Dalším z úskalí nasazení je také časová náročnost implementace green řešení. Jedním z nich je v současné době dlouhá návratnost investic vložených do projektu. Dále je vhodné k využití plného potenciálu využít systémového řešení a implementovat principy zelené logistiky napříč celým dodavatelským řetězcem.

Pro podnik je tedy velmi důležitá volba správné techniky zavedení zelených řešení v co nejkratším čase a takovým způsobem, aby bylo dosaženo co nejvyšší efektivity a návratnosti.

3.3.1 Základní principy Green logistiky

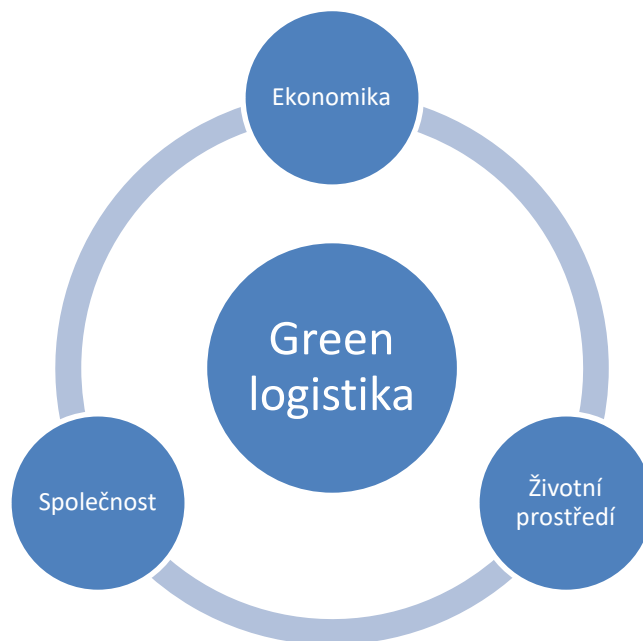
Tradiční dodavatelský řetězec se vyznačuje několika základními principy. V rámci případě tradičního dodavatelského řetězce je uvažován pouze lineární a jednosměrný tok materiálu, zboží a informací. Úroveň integrace, které je dosaženo mezi jednotlivými články klasického řetězce je velmi omezená, stejně tak jako transparentnost samotných operací napříč celým řetězcem. Co se týče nedostatků tradičně pojatého dodavatelského řetězce, jedná se hlavně o jeho izolovanost a nezávislost provádění dílčích úkonů jednotlivými články napříč celým řetězcem, kdy jsou tyto úkony prováděny nezávisle na ostatních částech řetězce. Každý z jednotlivých článků řetězce se tak primárně orientuje dosažení svých vlastních zájmů, a to především v podobě úspory nákladů, popřípadě zmírnění dopadů na životní prostředí, a to pouze ve své vymezené části řetězce. Negativem nesoucí tento přístup je především to, že zde není kladen důraz na optimalizaci celkového toku zboží a materiálu. Dodavatelský řetězec v klasickém pojetí je tedy na moderní poměry jako celek zastaralý, neúplný a neúčinný.

Opakem klasicky pojatého dodavatelského řetězce je zelený dodavatelský řetězec. V rámci zeleného dodavatelského řetězce je poskytován odlišný náhled na tok informací a materiálu napříč celým řetězcem. V případě řetězce tohoto typu dochází ke zohledňování environmentálních aspektů a cílem je praktikovat celistvý komplexní přístup, tedy koordinovat celý proces od počáteční těžbu surovin až po finální předání konečného produktu zákazníkovi. K tomu, aby bylo možné docílit účinné koordinace celého procesu je nezbytné dosažení co nejhlubší integrace a provázání a spolupráce mezi jednotlivými články logistického řetězce. Každý z článků řetězce motivuje a informuje další články řetězce, a poskytuje podporu v rámci rozvoje aktivit Green logistiky. Například v podobě integrace a rozvoje dodavatelských systémů, nebo programů zákaznické spokojenosti. V souladu s hloubkou provázanosti napříč jednotlivými články logistického řetězce je možné dosáhnout dlouhodobých cílů Green logistiky. Mezi primární cíle řadíme: minimalizaci odpadů a plýtvání, snížení znečišťování vody a půdy

a redukci emisí. Zároveň jde ale také ze zákaznického pohledu o maximalizaci zákaznické spokojenosti. (Emmet, 2010)

Významný dopad distribuce v rámci logistických řetězců má lze pozorovat především v dopadu na kvalitu ovzduší. V rámci distribuce dochází dále k produkci hluku a vibrací, a zároveň má významný dopad na globální oteplování. Vliv na klimatickou změnu přilákal v posledních letech zvýšenou pozornost především různých vládních a nevládních organizací, především kvůli rostoucím nárokům na kontrolu emisí a znečištění produkovaného při distribuci materiálu a zboží. Zároveň tento zájem vychází ze závěrů vědeckých výzkumů, které potvrdily rostoucí výnam nebezpečí pramenícího z vlivu globálního oteplování pro celou společnost. Jen samotná nákladní doprava se podílí na globální emise CO₂ přibližně osmi procentech celkově vyprodukovaných emisí. V případě, že bude do výsledku zahrnut i vliv skladování a manipulace se zbožím, navýší se celkový výsledek o další tři procenta. Primárním cílem Green logistiky je tedy vytvořit „udržitelnou logistiku“, kdy v dlouhém období dojde k neutralizaci, co se týče dopadu aktivit na životní prostředí. Její základní principy jsou vyobrazeny na obrázku níže. (Browne, Whiteing, Mckinnon, 2015)

V rámci posledních let dochází k rozvoji „sustainable logistics“. V tomto případě se jedná o dlouhodobě udržitelnou logistiku. Cílem tohoto principu je nejen prospěšné chování, které prospívá životnímu prostředí, ale zároveň také podniku samotnému. Při aplikaci principů udržitelné logistiky dochází v rámci podniku k úsporám času i nákladů a celkové optimalizaci logistických procesů. Součástí principů udržitelné logistiky je i vytvoření předpisů a norem týkajících se ochrany životního prostředí.



Obrázek 6 pilíře green logistiky

Zdroj: dreamstime.com

Udržitelná logistika má tři základní pilíře. Těmi jsou ekonomika, životní prostředí a společenská odpovědnost. Z ekonomického hlediska jde o jeden z klíčových nástrojů a jeho důsledkem je rychlejší růst společnosti, růst účinnosti logistických procesů (optimální dodávka, just in sequence, just in time, atd.), rostoucí tendence k zaměstnanosti a také nárůst konkurenceschopnosti v porovnání s obdobnými podniky, které tyto principy nevyužívají. Druhým z pilířů je životní prostředí. Zde dochází vlivem aplikace principů udržitelnosti a green logistiky k minimalizaci dopadů podnikových aktivit v porovnání před stavem zavedení opatření. Třetím pilířem je dopad na společnost. V rámci tohoto pilíře je uvažováno o zmírnění dopadů na společnost, mezi které řadíme klimatickou změnu, nenarušování kvality ovzduší, minimalizace hluku způsobeného přepravou zboží, či minimalizaci narušení biodiverzity a minimalizace produkce odpadů. (Browne, Whiteing, Mckinnon, 2015)

Základní podněty pro investování do green logistiky/transportu	TOP vlivy působící na Green dodavatelský řetězec	Hlavní vlivy působící na Green logistiku
zlepšení vztahů se zájmovými skupinami 70 %	zájem být tím nejlepším v rámci udržitelnosti 51 %	optimalizace logistického toku 18 %
zlepšení vztahů se zákazníky 70 %	zvýšení nákladů na energie 49 %	zlepšení korporátní image 16 %
část korporátní agendy společnosti 60 %	získání konkurenční výhody – diferenciací 48 %	snížení logistických nákladů 15 %
finanční návratnost investice 60 %	odpovědnost vůči současným/očekávaným regulacím 31 %	dosažení odpovědnosti v rámci nastavených regulací 15 %
odpovědnost státu 60 %	zvyšující se náklady na transport 24 %	uspokojení zákaznických potřeb 14 %
zvýšení účinnosti dodavatelského řetězce 55 %		odlišení se od konkurence 11 %
snížení rizikovosti 50 %		vytvoření alternativních sítí 10 %
zlepšení vztahů s investory 38 %		

Tabulka 1: Tabulka aspektů implementace green řešení

Zdroj: Browne, Whiteing, Mckinnon, 2015

V tabulce 1 jsou představeny základní motivační aspekty podniků pro přijetí a aplikaci principů Green logistiky. Tabulka je rozdělena na tři jednotlivé sekce. První část tabulky vyobrazuje motivy pro implementaci přístupů green logistiky v rámci transportu. Mezi hlavní důvody pro aplikaci principů green logistiky se v tomto případě řadí: zlepšení vztahů se zájmovými skupinami, návratnost investic, odpovědnost vůči vládě, snížení rizikovosti dopadů na okolní prostředí, navýšení efektivity dodavatelského řetězce a zlepšení vztahů s investory.

Druhá část tabulky představuje motivy pro aplikaci principů Green logistiky do oblastí spojených se zeleným dodavatelským řetězcem. Hlavními pohnutkami v této kategorii jsou především zájem být vůdcem v oblasti udržitelnosti, redukce zvyšujících se nákladů na energie, získání konkurenční výhody a zvyšující se náklady na přepravu.

Třetí část tabulky představuje hlavní důvody pro využívání principů Green logistiky. Jedná se o snahu o optimalizaci dodavatelského toku, zlepšení firemní image, snížení

nákladů logistiky, uspokojení potřeb zákazníků, odlišení se od konkurence a vytvoření alternativních dodavatelských sítí, kde by docházelo k větší efektivitě využití systémového pojetí dodavatelského řetězce. (Browne, Whiteing, Mckinnon, 2015)



Obrázek 7 Součásti zeleného dodavatelského řetězce

Zdroj: dreamstime.com

3.4 Ekonomické aspekty

3.4.1 Environmentální náklady

Náklady související se zařízením a efektivní správou zeleného dodavatelského řetězce. Jde o soubor výdajů, které zajišťují, aby procesy v rámci organizace probíhaly v souladu s životním prostředím a byly udržitelné.

Do této skupiny ukazatelů patří:

- Náklady na environmentální odpovědnost
- Náklady na recyklaci výrobků
- Náklady na spotřebované energie
- Náklady na likvidaci
- Náklady na pořízení materiálů šetrných k environmentu

3.4.2 Náklady tradičního dodavatelského řetězce

Náklady tradičního dodavatelského řetězce zastupují výdaje podniku, které jsou využity k zabezpečení základních procesů, které probíhají v rámci logistického řetězce. Jedná se skupinu nákladů, které jsou vynaloženy za účelem přemístění výrobku k finálnímu spotřebiteli.

Do této skupiny řadíme následující náklady:

- Náklady na dodání výrobku
- Náklady na obsluhu zásob
- Náklady na vyřízení objednávek
- Náklady na sdílení informací

V rámci této skupiny by po implementaci Green principů mělo dojít k redukci nákladů na držení zásob a dodacích nákladů.

3.4.3 Kvalita

Ukazatele z této skupiny slouží k měření standardů produktu. Tyto ukazatele mají nepochybný dopad na výkonnost dodavatelského řetězce jako vnímaného celku.

- Četnost stížností od zákazníků
- Možnost záruky „green“ produktu
- Zmetkovitost a objem repasí
- Míra nedůvěryhodnosti při doručování produktů

3.4.4 Flexibilita

Skupina ukazatelů flexibility v pojetí dodavatelského řetězce značí především schopnost dodavatelského řetězce přizpůsobit se jednotlivým požadavkům zákaznické poptávky.

- Poptávková flexibilita
- Doručovací flexibilita
- Výrobní flexibilita

3.4.5 Reakce

Reakce je jedním z nejdůležitějších ukazatelů SCM. Tato skupina vyhodnocuje, jak dodavatelský řetězec reaguje a plní požadavky zákaznické poptávky.

- Doba výroby
- Nákupní lhůta
- Včasnost doručení
- Doba návratnosti investice

3.5 Environmentální perspektiva

3.5.1 Úroveň procesního managementu

Hodnoty úrovně procesního managementu jsou zaměřeny na míru iniciativy a práce ze strany managementu, kterou zástupci vkládají do podniku s cílem optimalizovat procesy a redukovat dopad na environment.

- Úroveň procesního řízení pro minimalizaci plýtvání
- Úroveň kontroly znečišťování prostředí
- Míra kontroly produkce odpadu a emisí
- Objem spotřebované energie (Beamon, 1999)

3.5.2 Funkce produktu

Funkce produktu vyjadřují shodu specifikace a charakteristiky produktu v souladu s environmentálními požadavky.

- Míra recyklovatelných materiálů obsažených ve výrobku
- Míra použití designu usnadňující montáž
- Možnost eco-labelingu

3.5.3 Účinnost recyklace

Pomocí těchto ukazatelů dochází k měření úrovně efektivity procesu recyklace v podniku.

- Průměrný čas recyklace

- Průměrná spotřeba energie při recyklování
- Minimalizace odpadního materiálu

3.5.4 Environmentální technologie

V rámci této skupiny ukazatelů se měří míra rozvoje a implementace nových technologií v rámci „green“ podnětů a „clean“ projektů.

- Míra použití „clean“ technologií
- Množství nových „green“ produktů a „clean“ procesů

3.6 Sociální perspektiva

3.6.1 Závazek managementu

Na bedrech managementu společnosti leží zodpovědnost za rozhodování v rámci výběru dodavatelů a určování výrobních operací. Kroky a rozhodnutí managementu tak mají vliv i na další články dodavatelského řetězce, proto je důležité, aby z jejich strany docházelo k prosazování environmentální taktiky.

V rámci managementu se měří následující hodnoty:

- Úroveň motivace zaměstnanců v rámci principů zelené logistiky
- Možnosti monitorování a kontroly environmentálních systémů
- Počet environmentálních podnětů v rámci managementu
- Úroveň ochoty při zvednutí zákaznickova povědomí o udržitelnosti podniku

3.6.2 Zákaznická spokojenost

V rámci této oblasti dochází ke zkoumání názorů zákazníků na produkty ohleduplné k životnímu prostředí, úroveň procesů a vlivu zeleného dodavatelského řetězce. Zákaznická spokojenost zásadním faktorem v zeleném dodavatelském řetězci, jelikož cílem každého podniku by měla být do maximální možné míry uspokojená potřeba zákazníka.

Základními faktory pro měření zákaznické spokojenosti jsou:

- Zákazníkův zájem o „green“ produkty

- Zákazníková spokojenost s nabízenými „green“ produkty
- Rozvoj zaměstnanců

Důležitým faktorem je, rozsah, ve kterém jsou zaměstnanci obeznámeni a ztotožnění s kulturou podniku, a proto je nezbytné je v tomto ohledu neustále motivovat.

Základními ukazateli pro měření rozvoje zaměstnanců v oblasti GSCM jsou:

- Úroveň spokojenosti zaměstnanců
- Počet speciálních „green“ programů (Beamon, 1999)

3.7 Aktuální trendy v green logistice

Samotná logistika byla v dřívějších dobách přhlížena a častokrát i podceňována, ačkoliv její význam je nepřehlédnutelný již od dávných časů. Samotná otázka logistiky a implementace jejích principů byla odkládána a v rámci výrobního řetězce řešena až jako poslední problematika v pořadí. V období posledních let však došlo k výraznému převratu v jejím vnímání. Současně s tím roste důraz kladený na implementaci logistických procesů, a to především automatizaci. Samotná automatizace jedním z primárních cílů v rámci logistiky. Důvodem snahy o dosažení co nejvyšší míry automatizace logistických procesů v rámci společnosti je primárně cílená eliminace případných chyb a zvýšení flexibility podniku. Těchto cílů je třeba dosahovat především kvůli vysokému tlaku stakeholderů, tedy zákazníků.

Společným jmenovatelem současných trendů v logistice je „Průmysl 4.0“. Podobný termín lze nalézt v rámci logistických procesů a to „Logistika 4.0“. Cílem této vize, která se již realizuje, je dosažení co nejvyššího stupně automatizace, tedy snaha minimalizaci aplikace lidského faktoru v procesu. Logistika 4.0 se od dnešního pojetí logistiky liší především absolutní sledovatelností pohybu zboží, materiálu atd., ale například v automobilovém průmyslu se jedná i o sledovatelností pohybu zaměstnanců a operátorů. Cílem není jen získat přehled o tom, kdy a kde se jaké zboží nachází nebo nacházelo, ale také kdo jej tam dal apod. Pro včasné obdržení výše uvedených informací je nutné v podniku mít implementovány téměř dokonalé informační systémy naplněné správnými a adekvátními daty. Do značné míry je tedy výsledek závislý od zpracování podkladových dat pro příslušné procesy.

Například z pohledu zelených řešení to může být výroba komponentů pro informační technologie, automatizovaná ramena, skenery atd. Použití plastových dílů s nejvyšší možnou recyklovatelností a znovupoužitelností. Především je to však již zmíněná automatizace a síťování jednotlivých logistických softwarů a systémů v reálném čase, tedy online. V takovém případě by například kamion nakládající skladovací prostory nemohl pouze komunikovat s cílem, ale také s online informacemi o dopravní situaci a díky flexibilně v konfiguraci alternativní trasy předejít prostojům v dopravní zácpě a nehodám. V takovém případě jde nejen o čas, ale také možnost zkrácení cesty a tím eliminovat množství produkovaných emisí. Logistika 4.0 také klade zvýšený důraz na automatizaci toku dat a informací mezi dodavatelem a zákazníkem. S rostoucím počtem online systémů s přístupem k internetu samozřejmě roste i riziko nebezpečí hackerských útoků. Výměna velkého množství informací vyžaduje i ukládání těchto dat, která mohou být jednak cílem útoků, zároveň však s rostoucí automatizací také neustále roste jejich objem. (Browne, Whiteing, Mckinnon, 2015)

3.8 Technické trendy

Snahy o implementaci principů zelené logistiky lze pozorovat napříč všemi druhy dopravy. Ačkoliv jsou tyto druhy dopravy velmi rozdílné, a v návaznosti na to u nich nelze aplikovat jednotná technologická řešení, požadovaný cíl je u všech druhů stejný. Tímto cílem je minimalizace spotřeby pohonných hmot a na to navázaná redukce produkovaných emisí. V posledních letech zejména bedlivě sledovaných emisí CO₂. Cest jak dosáhnou tohoto cíle je mnoho. Vybrané způsoby jsou popsány v textu níže. Primární problém v aplikaci principů zelené logistiky spočívá především v rannosti vývoje technických řešení a obtížnosti jejich implementace směrem k podnikům a zákazníkům. Vzhledem k tempu technologického pokroku se však očekává jejich dodání k zákazníkům ve střednědobém horizontu.

3.8.1 Alternativní paliva

Jednou z cest dosažení nižší produkce emisí je využívání alternativních paliv. Vzhledem ke stále zvyšujícímu se tlaku na redukci emisí a blížícímu se technickému limitu efektivity spalovacích agregátů roste obtížnost dosahování těchto limitů pomocí běžných konvenčních pohonů a paliv. Proto dochází v automobilovém průmyslu k rozvoji a postupnému nasazování alternativních variant ke konvenčním palivům.

LPG

Pod zkratkou LPG se ukrývá zkapalněný ropný plyn. Tento plyn vzniká jako vedlejší produkt při těžbě ropy. Další z možností získávání tohoto plynu je jeho extrakce z metanu v průběhu těžby zemního plynu. Plyn je složením chemické směsi propanu a butanu. Tato směs je již po dlouhé roky využívána jako levnější a ekologičtější varianta ke konvenčním palivům. Produkované emise jsou o přibližně 20% nižší než v případě využití konvenčního paliva. Při využití LPG zároveň dochází k pozitivnímu vedlejšímu efektu na také pozitivní vliv na kulturu chodu motoru a ekonomiku provozu. Provozování pohonu na LPG je o přibližně 40 % levnější oproti provozu na benzín. (Sajdl, 2016).

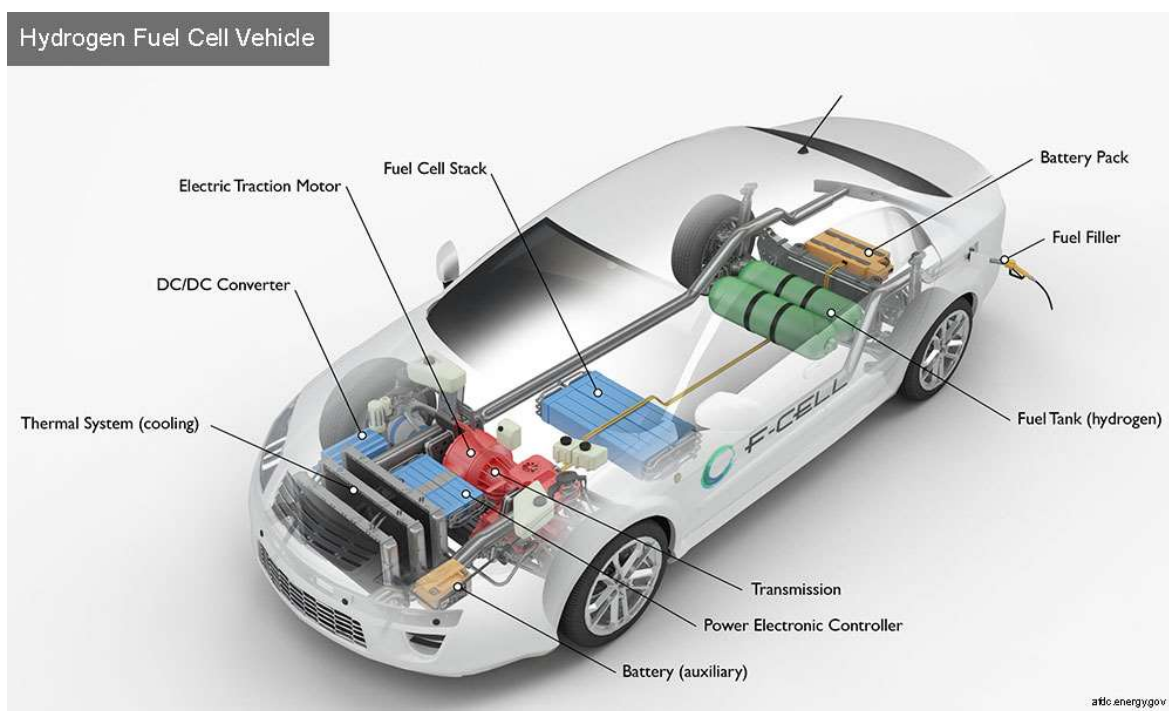
CNG

Pod zkratkou CNG se ukrývá stlačený zemní plyn. Tento plyn je získáván z přírodních zdrojů a stejně jako LPG je vedlejším produktem při těžbě ropy. I přes to, že CNG patří mezi fosilní paliva, dochází při jeho spalování ke vzniku řádově nižších emisí, než je tomu při spalování konvenčních paliv. Výhodou oproti konvenčnímu palivu je vysoké oktanové číslo, které má pozitivní efekt na snížení hluku agregátu až o několik decibelů. I z tohoto důvodu se provoz vozidel na CNG těší velké oblibě například u vozidel městské hromadné dopravy. Provozování pohonu na CNG je za běžné situace v porovnání s konvenčními palivy přibližně o 50 % levnější, a jeho světové zásoby jsou v porovnání se zásobami ropy zhruba dvojnásobné. Z pohledu ekologie vykazuje využití CNG úsporu ve emisích až 20 %. Nevýhodou při použití CNG jako paliva je nutnost omezení výkonu agregátu přibližně o 10 % kvůli vyššímu tepelnému managementu, vyšší náklady na servis a vyšší pořizovací cena. Další z nevýhod je stejně jako u LPG omezení provozování vozidel s tímto pohonem v uzavřených a omezeně odvětrávaných prostorech. (Sajdl, 2016).

Vodík

Využití vodíku jako paliva je v poslední době čím dále tím více skloňováno. Nezřídka kdy bývá zároveň označován palivem budoucnosti. Vodík je plyn, jehož spalování lze provádět dvěma způsoby, kdy prvním způsobem je „konvenční“ smísení vodíku se vzduchem ve spalovacím prostoru motoru, přičemž se uvolněná energie přemění na mechanický pohyb pístu, stejně jako je tomu u konvenčních paliv. Použití vodíku touto

cestou se však jeví jako neefektivní řešení vzhledem ke drahému získávání vodíku. Druhým typem využití vodíku je jeho přeměna v rámci palivových článků, kdy dochází k přeměně energie získané z reakce vodíku a kyslíku na energii elektrickou. Vzniklá energie je následně použita k pohonu elektromotorů, jež jsou umístěny na vozidle, případně dochází k jejímu ukládání v baterii vozidla pro pozdější využití. Největší výhodou vodíku jako paliva je fakt, že při jeho použití vznikají nulové emise. Jedinou vznikající exhalací při využití vodíku je pouze vodní pára, která nemá negativní vliv na životní prostředí. Další výhodou je pozitivní vliv na výkon vozidla a rychlost tankování. Největším negativním faktem je v současnosti skutečnost, že získávání vodíku je energeticky a finančně velmi náročné. Stejně tak infrastruktura i rychlost budování dalších vodíkových stanic je v současné době na velmi nízké úrovni, což představuje výraznou komplikaci při uvedení vozidel s tímto palivem ve větším počtu do běžného provozu. (Autobible.cz, 2017).



Obrázek 8 hybridní pohonné ústrojí automobilu

Zdroj: afdc.energy.gov

Elektrifikace

Pojem elektrifikace je aktuálně nejrozšířenějším trendem v oblasti automotive, protože většina výrobců automobilů nastavila směr svého vývoje právě cestou elektromobilů. Ať

se již jedná o důvody legislativní, nebo důvody praktické, rozšíření elektrifikace je nutné přijímat jako fakt. V rámci běžného provozu se elektromobily již pohybují v relativně velkých počtech a svými vlastnostmi se vyrovnávají, či dokonce překonávají sví současné konvenční protějšky. Elektromobily v pojetí tank-to-wheel produkují nulové emise, minimální hluk a jejich provoz může být při správném způsobu používání značně levnější než provoz konvenčních pohonů. Přes nesporné výhody elektromobilů je zde ale vysoký počet nedostatků, které se objevují až nyní, kdy nastává nezastavitelný přechod od konvenčních automobilů k elektromobilům. Současná výroba elektřiny probíhá ve velké míře stále z fosilních paliv a je tedy do značné míry neekologická. Pokud chceme dosáhnout cíle ekologicky čistého provozu elektromobilů, bude nutné, transformovat výrobu elektrické energie v co nejvyšší míře na zisk z obnovitelných zdrojů. Dalšími z nevýhod elektromobilů je stále relativně nižší dojezd, doba nabíjení, či otázka budování infrastruktury. Navíc zde stále leží otázka budoucí likvidace použitých baterií (Dolejš, 2017).

Hybridní pohon

V případě využití hybridního pohonem se jedná o využití kombinace několika zdrojů pohonu vozidla. Nejčastěji se v současné době jedná o kombinace elektromotoru spolu s konvenčním spalovacím motorem. Dále se může se jednat např. o elektromotor a akumulátor, palivový článek, spalovací motor a setrvačnick apod. Hybridní pohon je vnímán jako dočasná alternativou do té doby, než úroveň budoucí technologické vyspělosti umožní výrobu takových akumulátorů, jež budou splňovat přísné požadavky kladené na odvětví autot dopravy. Volba využití elektromotoru či spalovací motoru může být na rozhodnutí řidiče, případně druhou možností je přenechat tyto rozhodnutí na řídicí jednotce vozidla, která sama dle potřeby určí daný režim.

„Hybridní pohon. Může být paralelní, sériový nebo kombinovaný. Výhodou je rekuperace elektrické energie do akumulátoru při deceleraci, nevýhodou pak prostorová náročnost a omezená užitečná hmotnost.“ (Branko, 2012, str. 144)

3.8.2 Konstrukční změny

Další z možností, jak snižovat spotřebu paliva je vylepšení konstrukčních vlastností vozidla snížením hodnoty součinitele aerodynamického odporu, tedy hodnoty c_x .

Součinitel aerodynamického odporu vyjadřuje, do jaké míry dochází k optimálnímu obtékání vzduchu kolem karoserie. Čím nižší hodnoty tento ukazatel dosahuje, tím ekologičtější je pohyb a provoz daného vozidla. U moderních automobilů se dosažené hodnoty pohybují na úrovni hodnoty 0,3. V praxi lze říci, že snížení hodnoty aerodynamického odporu automobilu o 10 %, vede k úspoře paliva o přibližně 2,5 %. Mezi další ukazatele pro měření ekologičnosti provozu se řadí valivý odpor pneumatik pomocí úpravy složení směsi pneumatiky a hmotnost vozidla, kdy její redukce má pozitivní vliv na jízdní vlastnosti a ekologii provozu vozidla. Vhodnou optimalizací těchto konstrukčních prvků lze dosáhnout podobných výsledků v ekologii provozu, jaké se dosahuje neustálými technickými úpravami a vylepšováním konstrukce pohonných jednotek. Úpravy v oblasti aerodynamiky jsou aplikovány především v rámci silniční a letecké dopravy, kde mají největší dopad a efekt. (Sajdl, 2018)



Obrázek 9 Srovnání koeficientu aerodynamického odporu u vybraných vozidel

Zdroj: motor1.com

4 Metody vícekritériálního rozhodování

„Vícekritériální rozhodování je metodou řešení situací, pomocí které řešíme každodenní situace, mnohokrát již automatizovaně. Jde o výběr kompromisního řešení mezi často protichůdnými možnostmi. Řešení optimální dle jednoho kritéria, nemusí být optimální dle jiného kritéria. Hlavním rozdílem při použití těchto metod je komplexnost posouzení situace, oproti jednokritériálnímu rozhodování, kdy se rozhodujeme pouze dle jednoho kritéria.“ (Hříbal, 2020, s.9)

„Zohlednění více kritérií při hodnocení vnáší do řešení problémů obtíže, konflikty, které vyplývají z obecné kontroverznosti dílčích kritérií. Kdyby totiž všechna kritéria ukazovala na stejné řešení, stačilo by pro volbu nejvhodnějšího rozhodnutí jen jediné

z nich. Účelem modelů v těchto situacích je buď nalezení nejlepší varianty podle všech uvažovaných hledisek, vyloučení neefektivních variant, nebo uspořádání množiny variant.“ (Šubrt a kol., 2011, s.162)

„Cílem vícekriteriálního rozhodování je tedy nalezení kompromisního řešení, respektujícího všechna uvažovaná kritéria. Výhodou plynoucí z využití metody vícekriteriálního rozhodnutí je komplexní posouzení situace a výběr optimálního kompromisního řešení. Nevýhodou je časová pracnost pro přípravu podkladů a samotné vyhodnocení výsledků.“ (Hříbal, 2020, s.9)

„Historické prvopočátky multikriteriálního rozhodování jsou spojeny s osobností italského sociologa a ekonoma Vilfreda Pareta, který podle historických pramenů poprvé zformuloval problém zohlednění více hledisek při rozhodování. K rozvoji této disciplíny pak dochází zejména od poloviny minulého století.“ (Štědroň a kol., 2015, s.51). Multikriteriálním rozhodováním se dále zabývali Thomas L. Saaty, Ralph L. Keeney a další.

4.1 Charakteristika rozhodovacího procesu

„Rozhodovací proces je proces řešení rozhodovacích problémů s více variantami řešení, posuzování variant a výběr optimální varianty. Základními atributy rozhodování jsou proces volby a výběr rozhodnutí.“ (Hříbal, 2020, s.9)

4.1.1 Struktura rozhodovacího procesu

„Struktura rozhodovacího procesu je postupnou cestou k řešení problému. Podle Hála je vhodná následující struktura řešení. Prvním krokem je identifikace rozhodovacích problémů. K řešení problému nelze přistoupit dříve, než je vůbec problém identifikován. Podstatné je tedy uvědomění si problému na základě systematicky získaných, analyzovaných a vyhodnocených informací. Výsledkem je rozpoznání situací, které mají negativní dopady na firmu a vyžadují řešení.

Následuje analýza a formulace rozhodovacích problémů, kdy dochází k bližšímu poznávání problémové situace, vyžadující řešení. V tomto kroku je důležité posoudit, zda je známa příčina daného problému. V případě, že příčina není známá, je vhodné určit, jestli je znalost této příčiny pro řešení podstatná. Ideálním stavem je znalost příčiny problémů. U některých problémů však příčiny známe nejsou a jejich stanovení ani není

podstatné. U problémů, kde příčinu neznáme a její stanovení je podstatné, přistupujeme k analýze stanovení příčin problému, které jsou klíčem k řešení.

Stanovení kritérií hodnocení variant a tvorba variant rozhodovacích problémů. Dalším krokem je stanovení důsledků variant, při kterém je cílem řešitele zpracování co nejširšího souboru koncepčně odlišných variant. Optimální variantu lze totiž vybrat jen ze souboru variant. V tomto kroku lze přistoupit k týmovému řešení problému. Uplatnění odlišných názorů a přístupů k řešení problémů vede k obohacení variantnosti.

Stanovení kritérií hodnocení variant a jejich formulace je jedním z předpokladů hodnocení variant. Jedná se o rozhodovatelem zvolená hlediska, sloužící k posouzení vhodnosti jednotlivých variant vedoucí k dosažení jednotlivých cílů. Kritéria mohou být dvojího druhu. První možností je kvantitativní čili číselně vyjádřené. Zpravidla se jedná o finanční a ekonomická kritéria ukazatelového typu. Druhou možností je kvalitativní vyjádření. Tato kritéria nelze vyjádřit číselně, takže důsledky těchto variant vzhledem ke kritériím lze vyjádřit pouze slovně. Kritéria pro hodnocení variant by měla splňovat určité požadavky, patří mezi ně především úplnost a neredundance. Úplností se rozumí to, že soubor variant by měl umožnit posouzení a zhodnocení všech přímých i nepřímých, pozitivních i negativních důsledků variant. Neredundance znamená, že každý aspekt by měl do hodnocení vcházet pouze jednou.

Hodnocením důsledků variant, při kterém je cílem rozhodnutí a výběr varianty určené k realizaci. Jedná se zpravidla o dvoufázový proces, kdy v první fázi dochází k vyloučení nepřipustných variant. To jsou takové, které nesplňují některé cíle řešení rozhodovacího problému, nebo překračují určité omezovací podmínky. Ve druhé fázi dochází k posuzování celkové výhodnosti přípustných variant. Výsledkem je buď určení optimální varianty, nebo stanovení preferenčního uspořádání variant čili seřazení dle celkové výhodnosti. Stanovení optimální varianty, respektive preferenčního uspořádání může být provedeno zapomocí expertního posuzování kladů a záporů jednotlivých variant a jejich vzájemného srovnávání, nebo výsledkem uplatnění metod vícekritériálního hodnocení variant.

Praktické zavedení přichází při realizaci zvolené varianty a posledním krokem je kontrola realizované varianty. Tato etapa se liší především tím, že jde o fyzickou realizaci zvoleného řešení, například vývoj nového výrobku, nebo vybudování nové výrobní linky.

Kvalita této etapy je neméně důležitá než kvalita předchozích etap. Nekvalitní realizace může zhatit přínosy zvolené varianty, stejně tak nemůže odstranit chyby a nedostatky provázející předchozí etapy, které vedly k volbě nevhodné a špatně zpracované varianty.

Strukturu rozhodovacího procesu lze připodobnit k Demingově cyklu PDCA. Kdy P zastává plánování toho, jakou problematiku budeme řešit. D je druhou fází, jedná se o provedení vybraného řešení. C zahrnuje kontrolu implementovaného opatření a poslední fáze A spočívá v rozhodnutí o následujícím postupu v návaznosti na výsledcích ověřovací fáze.“ (Hříbal, 2020, s.9-11)

4.1.2 Prvky rozhodovacího procesu

„Dle Fotra jsou prvky rozhodovacího procesu rozděleny na cíl rozhodování, kritéria hodnocení, subjekt a objekt rozhodování, varianty rozhodování s jejich důsledky a stavy světa.

Cílem rozhodování je určitý stav, kterého chceme s pomocí rozhodování dosáhnout. Řešením nemusí být sledován pouze jediný cíl, ale i více cílů zároveň. Takový stav se neztývá komplementarita cílů. Příkladem může být zvýšení kvality a zkrácení lhůty dodání, což má za důsledek zvýšení objemu prodeje. V některých případech může jít naopak o cíle konfliktní. Zlepšením hodnot v jedné oblasti dochází ke snížení hodnot v jiné oblasti. K takovému stavu může dojít například když razantně zvýšíme kvalitu výrobků na úkor výrobních nákladů, které se tím neúměrně zvednou.

Dalším důležitým aspektem rozhodovacích problémů je forma vyjádření cílů. Ty mohou být vyjádřeny buď číselně, jedná-li se o kvantitativní cíle, nebo slovně v případě kvalitativních cílů. Znaky kvantitativního přístupu jsou jasná náplň, jednoznačný smysl a měřitelnost. Příkladem kvantitativního vyjádření je dosažení určitého obrátu společnosti. Kvantitativní cíle jsou takové, které nejde objektivně změřit. Velmi často jde o hodnoty odhadnuté uživatelem. Kvantitativním cílem je například zlepšení dobrého jména společnosti. Aspirační úroveň kritéria je hodnota, které má být dosaženo. Stanovení aspiračních úrovní nevyjadřuje preferenci kritérií, ale udává pouze to, čeho má být dosaženo. Existuje však určitá korelace mezi aspirační úrovní a důležitostí kritéria. Čím přísnější je požadavek daný aspirační úrovní, tím je kritérium zřejmě důležitější. Posloupnost kritérií od nejdůležitějšího po nejméně důležité je dána pořadím kritérií. Tato posloupnost však neříká, o kolik je jedno kritérium důležitější než druhé. Tato informace

je dána vahou kritérií. Váha kritéria je hodnotou z intervalu $\langle 0,1 \rangle$. Vyjadřuje relativní důležitost kritéria v porovnání s ostatními. Součet všech vah je roven jedné. Subjektem rozhodování se rozumí řešitel problému. Subjekt rozhodování může být individuální, skupinový nebo statutární. Objektem rozhodovacího procesu je to, o čem nebo o kom rozhodujeme. Například přijetí nové technologie, výrobního programu, či využití lidského kapitálu.

Varianta rozhodování je možným způsobem jednání rozhodovatele, vedoucí k řešení problémů a dosažení stanovených cílů. Existuje více cest s různou mírou podobnosti. Pro rozhodování jsou potřeba vždy alespoň dvě varianty, jinak se nejedná o rozhodování. Důsledky variant rozhodování jsou předpokladem dopadu na dotčené, jedná se tedy o kladné a záporné důsledky vybrané varianty.

Stavy světa jsou scénáře budoucí vzájemně se vylučující situace, které by mohly po realizaci varianty rozhodnutí nastat. Tyto scénáře ovlivňují důsledky dané varianty vzhledem k některým kritériím hodnocení.

Při vytváření cílů je vhodné využívat ověřené postupy a metodiky. Jednou z těchto metodik je analytická metoda SMART. Název metody je složeninou začátečních písmen jednotlivých atribut cílů.“ (Hříbal, 2020, s.12-13)

4.1.3 Členění rozhodovacích procesů

„Základní členění rozhodovacích problémů je dle Fotra na dobře strukturované a špatně strukturované a rozhodovací procesy za jistoty, rizika a nejistoty.

Dobře strukturované procesy jsou též označovány jako jednoduché, programovatelné, případně algoritmizovatelné. Zpravidla se opakovaně řeší na operativní úrovni řízení a jsou k nim vytvořeny rutinní postupy řešení. Charakteristické jsou pro ně kvantifikovatelné proměnné a zpravidla jediné kvantitativní kritérium hodnocení. Příkladem lze uvést rozhodování o vytížení výrobní linky, obsazení strojů pracovníky, či stanovení velikosti objednávky.

Špatně strukturované rozhodovací problémy jsou obvykle řešeny na vyšších úrovních řízení. Tyto problémy jsou do jisté míry nové a neopakovatelné. Jejich řešení vždy vyžaduje tvůrčí přístup, zapojení rozsáhlejších znalostí, zkušeností a intuice. Neexistují zde standardní procedury při jejich řešení, jako je tomu u dobře strukturovaných

problémů. Mezi vlastnosti špatně strukturovaných problémů se řadí existence většího počtu faktorů ovlivňující jejich řešení. Některé z faktorů nejsou známy, pouze část je kvantifikovatelná, vazby jsou složité a proměnlivé. U některých prvků se vyskytuje náhodnost změn. Existuje více kritérií hodnocení variant řešení. Interpretace informací potřebných pro rozhodnutí je obtížná. Příkladem může být uvedeno vytvoření společného podniku, či inovace výrobku.

Rozhodovací procesy za jistoty, rizika a nejistoty vychází z míry informací o budoucích hodnotách faktorů. Tato míra informací ovlivňuje důsledky scénářů a tím i míry informací o jejich důsledcích. Je-li známa úplná informace, tzn. rozhodovatel ví s jistotou, jaký stav nastane a zná důsledky variant, jedná se o rozhodování za jistoty. Jsou-li rozhodovateli známy možné budoucí situace, které mohou nastat a tím i důsledky jejich variant při těchto stavech, a současně je známa i pravděpodobnost těchto stavů, jedná se o rozhodovací proces za rizika. Nejsou-li rozhodovateli známy pravděpodobnosti jednotlivých stavů, jedná se o rozhodování za nejistoty.

Jednou z důležitých součástí je i postoj rozhodovatele k riziku. V návaznosti na tento postoj dochází k výběru realizované varianty. V případě, že má rozhodovatel averzi k riziku, volí varianty bez, nebo s nízkým rizikem, které do značné míry zajišťují dosažení přijatelných výsledků. Pokud má rozhodovatel sklony k riziku, volí varianty s vyšším rizikem, u kterých je naděje na dosažení zvláště dobrých výsledků, zároveň s sebou nesou i daleko větší riziko neúspěchu. Má-li rozhodovatel neutrální postoj k riziku, jsou sklon i averze k riziku v rovnováze.“ (Hříbal, 2020, s.13-15)

4.1.4 Rozhodovací modely

„V teorii rozhodování jsou popsány dva rozhodovací modely, a to klasický model a administrativní model.

Klasický model je založen na ekonomických předpokladech, jsou známy všechny varianty a případné následky jejich volby. Tento model umí stanovit užitek z každé varianty a je tak využíván při rozhodování o maximalizaci užitku. Volí vždy variantu s největším ziskem. Klasický model vychází z normativního přístupu a uplatňuje princip optimalizace.

Administrativní model je založen na deskriptivním přístupu. Znaky modelu jsou omezený rozsah informací a práce pod časovým tlakem. Vzhledem k omezenému rozsahu informací se jedná o zjednodušený obraz reality. S tím se pojí neschopnost stanovit všechny možné varianty, které mohou nastat. V tomto modelu je uplatňován princip satisfakce což znamená, že volí první dostatečně dobrou nalezenou variantu.“ (Hříbal, 2020, s.15)

4.2 Metody stanovení vah kritérií

„Získat váhy kritérií přímo od rozhodovatele v numerické podobě je často velmi problematické. Proto je vhodné usnadnit rozhodovateli určení vah kritérií pomocí nějakého jednoduchého nástroje. Tímto nástrojem mohou být metody odhadu vah kritérií. Jedná se vesměs o velmi jednoduché postupy, které na základě subjektivních informací od rozhodovatele konstruují odhady vah.“ (Jablonský, 2007)

4.2.1 Metoda pořadí

„Tato metoda je využita zejména především v případech, kdy důležitost vah kritérií hodnotí několik expertů. Každý z expertů seřadí kritéria od nejdůležitějšího po nejméně důležité. Nejdůležitější kritérium je ohodnoceno n body, kdy n je počet kritérií. Druhé nejdůležitější kritérium je ohodnoceno $n-1$ body, až po nejméně důležité kritérium, které je ohodnoceno 1 bodem. Mají-li kritéria stejnou důležitost, body jsou přiděleny dle průměrného pořadí. Váha každého z kritérií je určena sečtením bodů, které získalo od expertů a vydělením celkovým počtem bodů, které byly rozděleny mezi všechna kritéria. Suma všech vah kritérií je tedy rovna jedné.“ (Hříbal, 2020, s.16)

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

Kde v_i ... váha i -tého kritéria

p_i ... počet preferencí i -tého kritéria

4.2.2 Bodovací metoda

„Předpokladem bodovací metody je to, že rozhodovatel je schopen kvantitativně ohodnotit důležitost kritérií v předem stanovené bodovací stupnici. Bodové ohodnocení

daného kritéria je tím vyšší, čím důležitější je dané kritérium pro rozhodovatele. Je-li bodové ohodnocení i -tého kritéria symbolem p_i , potom lze odhad vah kritérií získat opět podle vztahu (1) zmíněného výše.“ (Hříbal, 2020, s.16)

4.2.3 Fullerův trojúhelník

„Tato metoda se jinak také nazývá metoda párového srovnání. Podstatou této metody je srovnávání počtu preferencí pro každé kritérium vůči všem kritériím v souboru. Při využití této metody má rozhodovatel k dispozici trojúhelníkové schéma, kdy v tomto schématu jsou vyznačeny dvojice jednotlivých kritérií tak, že každá dvojice se v tomto schématu vyskytuje pouze jednou. Rozhodovatel z každé dvojice vybere to kritérium, které je pro něj důležitější. Vyskytne-li se situace, kdy mají pro rozhodovatele dvě kritéria stejnou váhu, vybere obě. Pokud je počet označení kritéria pro i -té kritérium označen symbolem p_i , lze odhad vah kritérií získat podle vztahu uvedeného výše.“ (Hříbal, 2020, s.16)

Následující tabulka je ukázkou Fullerova trojúhelníku pro počet kritérií $k=6$:

Tabulka 2 Fullerův trojúhelník

Y_1	Y_1	Y_1	Y_1	Y_1
Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6
	Y_2	Y_2	Y_2	Y_2
	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6
		Y_3	Y_3	Y_3
		Y_4	Y_5	Y_6
			Y_4	Y_4
			Y_5	Y_6
				Y_5
				Y_6

Zdroj: Jablonský 2007 str. 276

Z tabulky vyplívá, že $p_1=2$, $p_2=5$, $p_3=1$, $p_4=4$, $p_5=4$ a $p_6=1$.

Odpovídající váhy jsou tedy $v_1=2/17$, $v_2=5/17$, $v_3=1/17$, $v_4=4/17$, $v_5=4/17$ a $v_6=1/17$.

Tabulka 3 Tabulka pro zjišťování preferencí kritérií u metody párového srovnávání

Kritérium	K1	K2	K3	...	Kn	počet preferencí
K1		1	0		1	
K2			0		0	
K3					0	
...					...	
Kn-1					1	
Kn						

Zdroj: Fotr, 2006, str. 180

4.2.4 Saatyho metoda

„Saatyho metoda je rozvinutím metody Fullerova trojúhelníku. Obdobně jako v metodě Fullerova trojúhelníku zde rozhodovatel porovnává všechny možné dvojice kritérií. Rozhodovatel navíc vyjadřuje stupeň důležitosti jednoho kritéria před druhým v celočíselné stupnici 1 až 9, kdy hodnota 1 představuje stejnou hodnotu kritéria a v případě zvolení hodnoty 9 dané kritérium důležitostí absolutně převyšuje kritérium druhé. Je-li jedno kritérium méně důležité než druhé, je pro vyjádření této hodnoty preference použita převrácená hodnota celých čísel z uvedené stupnice. Informace získané z párového porovnání jsou použity pro sestavení matice $S = (s_{ij}, i, j = 1, 2, \dots, k)$, která je označována jako **Saatyho matice**. Prvky matice s_{ij} lze interpretovat jako odhady podílu vah i-tého a j-tého kritéria:

$$s_{ij} = \frac{v_i}{v_j}, \quad i, j = 1, 2, \dots, k \quad (2)$$

Kde s_i ... váha i-tého kritéria

v_i ... počet preferencí i-tého kritéria

Rozhodovatel není při vyjadřování preference omezen pouze na numerickou stupnici. Sílu preference je možné vyjádřit i pomocí verbální stupnice, jejíž podoba je ukázána v následující tabulce č.2:

Tabulka 4 Doporučená bodová stupnice s deskriptory dle Saatyho

kritéria Y_i a Y_j jsou stejně důležitá ($s_{ij} = s_{ji} = 1$)
kritérium Y_i je slabě důležitější než kritérium Y_j ($s_{ij} = 3, s_{ji} = 1/3$)
kritérium Y_i je silně důležitější než kritérium Y_j ($s_{ij} = 5, s_{ji} = 1/5$)
kritérium Y_i je velmi silně důležitější než kritérium Y_j ($s_{ij} = 7, s_{ji} = 1/7$)
kritérium Y_i je absolutně (extrémně) důležitější než kritérium Y_j ($s_{ij} = 9, s_{ji} = 1/9$)

Zdroj: Jablonský, 2007, str. 276

Váhy kritérií jsou stanoveny s využitím Saatyho matice exaktními nebo aproximativními způsoby. Exaktní způsoby jsou založené na výpočtu vlastního vektoru matice relativních důležitostí nebo metodě nejmenších čtverců. Při použití exaktních způsobů je třeba využít software z důvodu rozsáhlých souborů kritérií. Aproximativní způsoby jsou reprezentované součtem prvků v každém řádku Saatyho matice nebo geometrickým průměrem řádků Saatyho matice.“ (Hříbal, 2020, s.17-18)

4.3 Metody vícekritériálního hodnocení variant

„Metody vícekritériálního hodnocení variant mají obecný charakter, nezávislý na obsahové náplni jednotlivých variant rozhodování. Tyto metody se dále dělí na jednoduché metody stanovení hodnoty variant, vícekritériální funkce utility za jistoty a metody založené na párovém srovnání variant. Pro účely této diplomové práce jsou zvoleny metody váženého součtu a TOPSIS.“ (Hříbal, 2020, s.18)

4.3.1 Vícekritériální funkce utility za jistoty

„Vícekritériální funkce utility za jistoty, též označována jako užitková funkce, je exaktní metodou vícekritériálního hodnocení variant, vychází z určité soustavy axiomů. Tyto axiomy se vztahují k chování hodnotitele při rozlišování preferencí variant rozhodování za podmínek jistoty. Tato funkce přiřazuje každé variantě rozhodování užitek vyjádřený reálným číslem. Čím je toto číslo větší, tím více užitku daná varianta rozhodovateli přináší.

Konstrukce vícekritériální funkce utility za jistoty je v obecném případě obtížnou záležitostí, a proto se v praktických aplikacích pracuje s aditivním tvarem této funkce, který lze vyjádřit jako:

$$u(X) = \sum_{i=1}^n v_i \times u_i(x_i) \quad (3)$$

Kde X ... varianta rozhodování
 $u_i(x_i)$... dílčí funkce utility za jistoty i-tého kritéria
 x_i ... důsledek varianty vzhledem k i-tému kritériu
 v_i ... váha i-tého kritéria
 n ... počet kritérií hodnocení

Za pomoci tohoto vztahu lze vyjádřit užitek jednotlivých variant na základě znalosti vah kritérií hodnocení a dílčích funkcí utility jednotlivých kritérií. Při znalosti dílčí funkce užitku, lze pro každou variantu stanovit dílčí ohodnocení jejího užitku vzhledem ke každém kritériu. Celkové ohodnocení variant pak lze stanovit dle vztahu (3) jako vážený součet těchto dílčích ohodnocení. „ (Hříbal, 2020, s.19)

4.3.2 Jednoduché metody stanovení hodnoty variant

„V praxi je konstrukce dílčích funkcí utility pro každé kritérium hodnocení relativně složitá a častěji jsou využity jednoduché metody stanovení hodnoty variant. Při aplikaci těchto variant je využito určitých zjednodušení, což může v některých případech vést ke zkresleným výsledkům. Celkové ohodnocení variant je stanoveno jako vážený součet dílčích ohodnocení variant vzhledem k jednotlivým kritériím.

$$H^j = \sum_{i=1}^n v_i \times h_i^j \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

Kde H_j ... celkové ohodnocení (hodnota) j-té varianty
 v_i ... váha i-tého kritéria
 h_i^j ... dílčí ohodnocení j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu
 n ... počet kritérií hodnocení
 m ... počet variant

Preferenční uspořádání variant je možné stanovit na základě celkového ohodnocení variant. Nejvýše ohodnocená varianta je variantou optimální. I přes značnou podobnost s vícekritériální funkcí utility, jsou jednoduché metody stanovení hodnoty variant v některých částech rozdílné. Jedná se o zjednodušení ve formě:

- Stanovení celkového ohodnocení variant jako váženého součtu jejich dílčích ohodnocení vzhledem k jednotlivým kritériím se považuje za apriorně dané,
- Váhy kritérií se neurčují kompenzační metodou
- Dílčí funkce utility se nestanovují postupy uplatňovanými při konstrukci vícekritériální funkce utility, ale jednoduššími, méně pracnými postupy

Mezi jednoduché metody stanovení hodnoty variant se řadí metoda váženého pořadí, metoda založená na přímém stanovení dílčích ohodnocení, metoda lineárních dílčích funkcí utility a metoda bazické varianty.“ (Hříbal, 2020, s.19-20)

4.3.3 Metoda TOPSIS

„Podstata metody TOPSIS spočívá ve výběru varianty nejbližší ideální variantě. Ideální varianta je charakterizována vektorem nejbližších kritériálních hodnot. Současně také leží nejdále od varianty bazální, ta je reprezentována vektorem nejhorších kritériálních hodnot. Předpokladem pro metodu TOPSIS je, že všechna kritéria jsou maximalizačního typu. Minimalizační kritéria jsou transformována na maximalizační tím, že transformovaná kritéria udávají rozdíl oproti nejhorší kritériální hodnotě. Příkladem může být kritérium cena, které bude udávat rozdíl oproti nejvyšší ceně. Takové kritérium bude svou povahou maximalizační.

Metoda TOPSIS se skládá z následujících kroků:

- I. Původní kritériální hodnoty y_{ij} se transformují na hodnoty r_{ij} podle vztahu

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^n y_{ij}^2\right)} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (5)$$

- II. Vypočtou se prvky vážené kritériální matice $W = (w_{ij})$ jako $w_{ij} = v_j r_{ij}$, kde v_j je váha j -tého kritéria

III. Z prvků matice W se určí ideální varianta s kritériálními hodnotami $(H_1, H_2, \dots, H_k)$ a bazální varianta s hodnotami $(D_1, D_2, \dots, D_k)$, kde $H_j = \max_i (w_{ij})$ a $D_j = \min_i (w_{ij})$, $j=1, 2, \dots, k$

IV. Vypočtou se vzdálenosti variant od ideální a bazální varianty podle vztahů

$$d_i^+ = \left[\sum_{j=1}^k (w_{ij} - H_j)^2 \right]^{1/2} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

$$d_i^- = \left[\sum_{j=1}^k (w_{ij} - D_j)^2 \right]^{1/2} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

V. Vypočte se ukazatel c_i jako relativní vzdálenost variant od bazální varianty

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

Hodnoty c_i jsou z intervalu $\langle 0, 1 \rangle$. Nabývají hodnoty 0 pro bazální variantu a hodnoty 1 pro ideální variantu. Varianty lze tedy uspořádat podle klesajících hodnot ukazatele c_i . (Jablonský, 2007)“ (Hříbal, 2020, s.20-21)

4.3.4 Metoda váženého součtu

„Metoda váženého součtu, jinak také WSA (Weighted Sum Approach). Tato metoda spočívá v konstrukci lineární funkce užitku na stupnici od 0 do 1. Užitek nejhorší varianty podle daného kritéria bude roven 0, nejlepší varianty 1 a zbytek bude mít užitek mezi oběma krajními hodnotami. Při aplikaci této metody je potřeba nahradit prvky y_{ij} vstupní kritériální matice hodnotami y'_{ij} . Tyto hodnoty budou představovat užitek varianty X_i při hodnocení dle kritéria Y_j .

Pro získání hodnot y'_{ij} pro maximalizační kritéria slouží následující vztah:

$$y'_{ij} = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j} \quad (9)$$

Kdy D_j je nejnižší (v případě maximalizace tedy nejhorší) a H_j nejvyšší (v případě maximalizace nejlepší) kritériální hodnotou kritéria Y_j . Z uvedeného vztahu je patrné, že

užitek y'_{ij} pro nejhorší kriteriální hodnotu $y_{ij} = H_j$ bude roven 1. Pro případ minimalizačního kritéria je potřeba vztah následovně modifikovat:

$$y'_{ij} = \frac{H_j - y_{ij}}{H_j - D_j} \quad (10)$$

Vážený součet dílčích užiteků dle jednotlivých kriterií lze využít pro výpočet celkového užitku varianty X_i :

$$u(X_i) = \sum_{j=1}^k v_j y_{ij} \quad (11)$$

Varianty lze poté uspořádat dle klesajících hodnot užitku $u(X_i)$.“ (Hříbal, 2020, s.21-22)

5 Analýza současného stavu zkoumané oblasti

Praktická část této diplomové práce je zaměřena na představení společnosti, popis současného stavu vozového parku interní přepravy vybrané společnosti, aplikaci multikriteriální analýzy, srovnání a výběr optimálního řešení pro danou společnost na základě provedené analýzy. Dále je zde nastíněno možné řešení budoucího rozvoje interní přepravy na základě výsledků provedené analýzy.

Společnost si nepřeje být v této práci jmenována, proto bude v dalších částech uváděna jako „Společnost“.

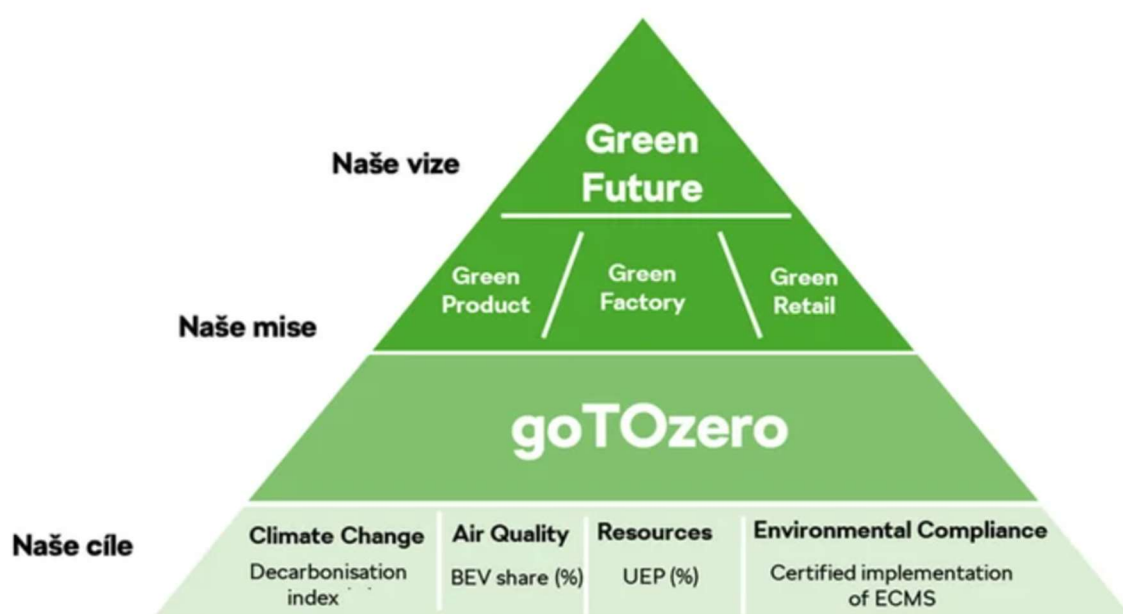
5.1 Představení společnosti

Vybraná společnost je výrobním podnikem s hlavním sídlem v České republice. Společnost působí na Evropském, Asijském, Africkém a jihoamerickém trhu, kam dodává své výrobky. Výroba probíhá v závodech v České republice, Slovenské republice, Indii, Rusku a Číně. Společnost zaměstnávala v roce 2020 více než 37 tisíc kmenových zaměstnanců. Provozní výsledek společnosti za rok 2020 činil 17,3 miliardy Kč.

Z hlediska právní formy se jedná o akciovou, jež má svého jediného hlavního akcionáře se sídlem v zahraničí. Zároveň společnost vlastní podíl v několika přidružených a dceřiných společnostech.

Společnost se dělí na 6 funkčních oblastí – oblast vedení a řízení společnosti, oblast nákupu, oblast technického vývoje, finanční oblast a controlling, oblast výroby a logistiky a oblast marketingu a prodeje. Tato práce je vypracována v rámci oblasti výroby a logistiky.

Společnost aktivně pracuje na seberozvoji v oblasti zelených technologií napříč celou společností a dodavatelským řetězcem Green future. Celková strategie je zobrazena na grafice níže.



Obrázek 10 Strategie Green Future

Zdroj: veřejně dostupné materiály společnosti

Základem firemní zelené strategie jsou 4 pilíře. V oblasti klimatické změny se jedná o shodu s Pařížskou klimatickou dohodou a cílem redukce emitovaných emisí skleníkových plynů. Dále společnost přispívá k přechodu k obnovitelným energiím v průběhu celého životního cyklu. V rámci zdrojů je cílem společnosti maximalizace efektivity využívání zdrojů a propagace přístupů cirkulární ekonomiky. Zlepšení kvality ovzduší je podporováno rozvojem alternativních pohonů, především elektrifikace, která přináší minimalizaci lokálních emisí. Dodržování environmentálních předpisů je podporováno pomocí zavedení a kontroly efektivních manažerských systémů zahrnující dopady výrobků na životní prostředí v průběhu celého životního cyklu.

Samotná mise zahrnuje 3 pilíře. Zelený přístup k výrobě je souhrnem opatření k maximalizace efektivity využití výrobních vstupů a aplikace přístupů cirkulární ekonomiky. V rámci zeleného produktu dochází k rozvoji elektrifikovaného portfolia výrobků a vylepšování současných technologií ke snižování dopadu na životního prostředí. U prodejců dochází k zapojení do aktivit rozvoje postupů a procesů s ohledem na šetrnost k životnímu prostředí a maximalizace efektivního využívání materiálů. Především minimalizace odpadů, snižování spotřeb energií nebo využívání dešťové vody.

5.2 Vymezení zkoumané oblasti

V následujících podkapitolách je popsán současný stav vozového parku nákladních vozidel interní přepravy společnosti, vyčleněna trasa a časový harmonogram pro potřeby výpočtu a srovnání a představeny srovnávané parametry. Srovnávané varianty jsou vybrány z kategorie největších vozidel. Nově navrhovaná struktura pokrývá celou paletu vozového parku interní přepravy společnosti.

5.2.1 Vozový park

Současný vozový park společnosti čítá rozmanité varianty vozidel užívaných k interní přepravě materiálu v rámci společnosti. V tabulce níže je rozepsán přehled aktuálně používaných nákladních vozidel.

Vozidlo	Počet (ks)	Tažnost (t)	Pohon	Spotřeba paliva
MAN S	3	5	Diesel	25 l/100 km
MAN M	1	10	Diesel	31 l/100 km
MAN L	2	16	Diesel	36 l/100 km
Scania S	6	12	Diesel	34 l/100 km
Scania tandem	7	40	Diesel	44 l/100 km
Scania tandem	4	40	CNG	45 kg/100 km
Framo e180/280	2	44	BEV	198 kWh/100 km

Tabulka 5 Vozový park interní přepravy společnosti

Zdroj: vlastní tvorba

Dále jsou v rámci interní přepravy využívána další menší vozidla k manipulaci s materiály. Ty však nejsou součástí analýzy.

Aktuální paleta vozidel splňuje emisní normu EURO V, což je také nejnižší emisní norma, s níž jsou nákladní vozy vpuštěny do areálu společnosti, a přispívá tak ke snižování dopadů na životní prostředí. Poslední přírůstky do flotily jsou elektrifikované tahače Framo e180/280m které reprezentují nejnovější trendy v rámci interní logistiky převedené do praxe. V současné době probíhá testovací provoz s vidinou budoucího rozšíření flotily těchto vozidel.

Současný vozový park bude ve společnosti provozován do roku 2025, kdy se počítá s jeho celkovou obnovou.

Vzhledem ke specifickému režimu provozu těchto vozidel, dochází k vyššímu opotřebení, než je tomu při standardním využívání nákladních vozidel. Časté starty, rozjezdy a brždění vyvíjí na použitou techniku nadměrný zátěž. Navíc takřka nepřetržitý provoz vyžaduje vysokou spolehlivost a servisní nenáročnost. Průměrný roční nájezd vozidel je 20 000 km a životnost je odhadovaná na 10 let provozu. Současný stav vozového parku vyjma nové techniky v podobě vozů Framo však již vykazuje známky zvýšeného opotřebení a zastarávání.

Vznětový motor s vnitřním spalováním – Scania

Tradiční pohon je v tomto srovnání zastoupen vozem Scania, který je v podmínkách interní dopravy společnosti používána jako souprava s možností tažení 40 tun nákladu. Výhoda tohoto tradičního pohonu je jeho prověřená účinnost, rozšířenost a snadná dostupnost. I vzhledem k těmto jasným výhodám je nejčastěji zastoupeným druhem pohonu ve vozovém parku společnosti. Akční radius je v případě této soupravy cca 800 km, což dostačuje k tomu, aby nebylo během týdne provozu potřeba doplňovat pohonné hmoty. Zároveň není potřeba budování nové infrastruktury pro doplňování pohonných hmot, jelikož již existuje s dostatečným pokrytím. I přes plnění emisní normy EURO V jsou největším limitem tohoto klasického pohonu exhalované emise. Současně s tím je všeobecným trendem omezování tradičních pohonů na úkor rozvoje alternativních pohonů s nižší emisní stopou v průběhu životního cyklu.

Vznětový motor s vnitřním spalováním na stlačený zemní plyn – Scania

Prvním ze zástupců alternativních pohonů je souprava Scania spalující stlačený zemní plyn CNG. Primární výhodou tohoto pohonu je snížení emisí oproti tradičnímu pohonu přibližně o 30 %. Dále znatelně lepší kultura chodu agregátu a nižší hlučnost jako efekty přímo působící na řidiče a okolí vozidla. Nevýhodou ve srovnání s tradičním pohonem je menší akční radius a s tím spojená potřeba doplnění pohonných hmot v průběhu týdenního obslužného cyklu. Vzhledem k tomu, že obslužná infrastruktura na čerpání CNG se nachází mimo areál hlavního závodu, dochází zde ke vzniku neproduktivního času. Dále pořizovací cena vozidla na stlačený zemní plyn je přibližně o 20% vyšší v porovnání s vozidlem na tradiční pohon. Tažnost zůstala na stejné úrovni jako u vozidla s tradičním pohonem, tedy 40 tun nákladu.

Elektromotor – Framo e180/280 BEV

Druhým zástupcem alternativních pohonů je nejnovější technika v rámci interní logistiky značky. Elektrifikovaný nákladní vůz Framo e180/280. Primární výhoda této technologie spočívá v nulových lokálních emisích exhalovaných v rámci obsluhovaného závodu. V rámci provozu se tedy jedná o maximálně úsporné řešení s ohledem na životní prostředí. Tato technologie je stále v rozvoji, avšak v současné době již využitelná v praktických podmínkách. Druhou výhodou tohoto druhu pohonu je minimální hlučnost. Nevýhodou představuje malý akční radius. Vzhledem k vysoké spotřebě elektrické energie a nemožnosti využití příliš velké kapacity akumulátoru se v podmínkách obsluhy výrobního závodu jedná o dojezd cca 80 km na jedno nabití. Vzhledem k povaze obsluhované trasy je možné vozidlo nabíjet při nakládání a vykládání materiálu. Díky tomu jsou eliminovány prostoje a neproduktivní doba. Vzhledem k rozvoji elektrifikace v automobilovém odvětví je i výrobní závod dobře zajištěn infrastrukturou k nabíjení elektromobilů, a tak nabíjení elektrifikovaného tahače nepředstavuje přidané komplikace a úprava infrastruktury k řešení dobíjení tahače nepředstavuje vysoké dodatečné náklady. Další výhodou představuje vyšší možná tažnost soupravy celkem 44 tun.

Palivový článek – Hyundai XCELL Fuel Cell

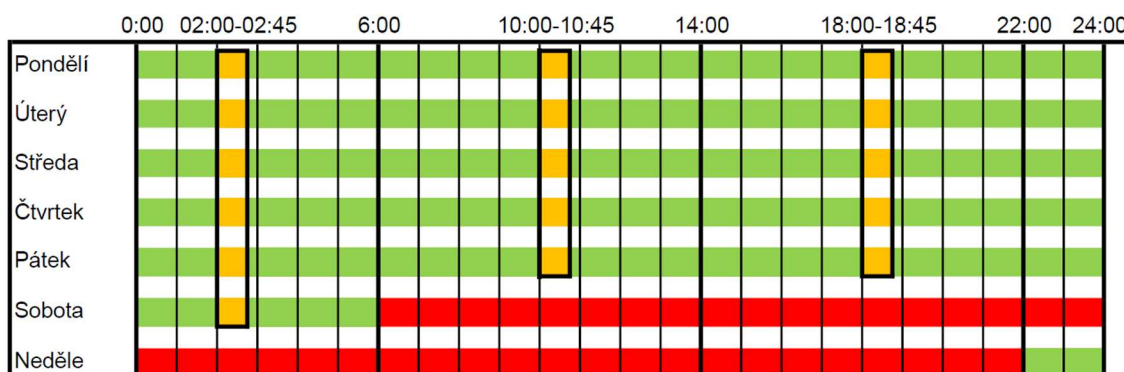
Posledním srovnávaným alternativním pohonem je nákladní vozidlo využívající energie získané z vodíku pomocí palivového článku. V současné době dochází k rozvoji této

technologie a první společnosti uvolňují na trh první modely využívající tento druh pohonu. Výhodou je kombinace kultivovanosti a jednoduchosti obsluhy elektrifikovaného vozu. Stejně tak větší dojezd v porovnání s pouze elektrifikovaným vozem. Dojezd těchto vozidel se pohybuje okolo 400 km, což je hodnota na úrovni vozila využívajícího pohon na stlačený zemní plyn. To by v případě nasazení do provozu interní logistiky vybrané společnosti znamenalo nutnost doplnění pohonných hmot v průběhu týdenního obslužného cyklu. Stejně jako v případě pohonu na stlačený zemní plyn není v areálu k dispozici obslužná infrastruktura určená k tankování vodíku. Zároveň však není na rozdíl od CNG dostupná v dojezdové vzdálenosti od areálu, a tak by bylo potřeba investovat další prostředky do rozvoje této infrastruktury v rámci závodu.

5.2.2 Trasy a časový rozvrh

Vozidla interní dopravy společnosti mají pevně stanovený časový rozvrh a trasy navázané na výrobní program společnosti. Celkem se jedná o 23 stanovených zásobovacích tras mezi jednotlivými body nakládky a vykládky materiálu. Každé z vozidel v rámci stanovené trasy ujede cca 500 km za týdenní zásobovací cyklus. Tato relativně krátká ujetá vzdálenost ukazuje na nestandardní podmínky na využití kamionové přepravy. Převážná část zásobovacího cyklu se skládá z překládky materiálu. Převoz je realizován v uzavřeném areálu s platnými předpisy silničního provozu a rychlostním omezením na 30 km/h. Vozidla jsou tedy zatěžována častou akcelerací a decelerací. Případně stáním na volnoběh pro zachování hydraulických funkcí soupravy při překládání materiálu.

Provoz nákladních vozidel interní logistiky společnosti koresponduje s výrobním programem společnosti. Podnik funguje v třísměnném provozu, jehož rozvrh je představen na grafu níže. Vozidla jsou tak v téměř nepřetržitém provozu, kdy pracovní týden začíná noční směnou v neděli 22:00 a končí páteční noční směnou v sobotu 6:00. V době odstávky jsou vozy zaparkovány v interním autoparku. Týdenní rozvrh dále zahrnuje bezpečnostní pauzy trvající 45 minut vždy po 4 hodinách od začátku pracovní směny tak, aby nedocházelo k porušování platné legislativy.



Obrázek 11 časový rozvrh využití vozidel

Zdroj: vlastní tvorba

Týdenní provoz se skládá z doby odstávky, která činí celkem 2 400 minut. Dále bezpečnostních pauz čítajících 720 minut, a hlavně z doby aktivního provozu 6 960 minut. Doba provozu vozidla neznámá pouze převoz materiálu. Tato doba se dále skládá z manipulace s nákladem a čekání na uvolnění prostoru určeného na nakládku a vykládku materiálu, kdy je tento prostor obsazen jiným z vozidel. Tento rozpad je vyznačen na grafu níže.



Obrázek 12 Statistika využití vozidla

Zdroj: vlastní tvorba

5.2.3 Srovnávaná kritéria

Srovnávaná kritéria byla vybrána na základě rozhovorů s odborníky z praxe s průřezovým zastoupením z jednotlivých oblastí, které jsou dle interního metodického pokynu společnosti na této rozhodovací problematice zainteresovány. Výsledkem těchto diskusí byl výběr kritérií, relevantních pro rozhodovací proces výběru nových vozidel pro účel interní přepravy společnosti.

Technická kritéria

Technická kritéria představují jízdní vlastnosti tahače, užité parametry a soubor užité hodnoty tahače. V rámci studie byla vybrána následující kritéria:

- Emise CO₂
- Hlučnost
- Možnost doplnění paliva / energie
- Nosnost
- Dojezd

Ekonomická kritéria

Ekonomická kritéria představují hodnocené charakteristiky kvantifikovatelné na náklady a možné přínosy. Jelikož cílem podniku je tvorba zisku a vhodná alokace prostředků, je třeba provést srovnání a vyhodnocení ekonomické stránky investice.

- Pořizovací cena
- Investice do infrastruktury
- Provozní náklady na 1 km
- Vládní pobídky
- Potenciál do budoucnosti
- Možnost PR komunikace
- Množství řešení na trhu
- Ověřenost v praxi

Výše uvedená technická a ekonomická kritéria průřezově reprezentují nejdůležitější vybrané charakteristiky srovnávané při procesu výběru vhodného vozidla pro interní přepravu se zaměřením na zelenou logistiku. Na jejich základě budou zhodnoceny a posouzeny jednotlivé varianty pohonu.

5.2.4 Stanovení vah kritérií

Stanovení vah kritérií proběhlo formou kvalitativního výzkumu, kdy k získání dat došlo pomocí individuálních rozhovorů s focus groups z prostředí společnosti, s průřezovým zastoupením z jednotlivých oblastí, které jsou dle interního metodického pokynu společnosti v této rozhodovací problematice zainteresovány. V tomto případě byli účastníky zástupci z oddělení nákupu, financí, controllingu a výroby a logistiky. Výsledkem výzkumu bylo sestavení pořadí jednotlivých kritérií, které posloužilo jako vstupní hodnoty k přiřazení hodnot jednotlivým kritériím. Pomocí bodovací metody byla vypočtena váha jednotlivých kritérií. Výsledkem je níže vyobrazená matice váhy jednotlivých kritérií a pořadí v jakém se jednotlivé pohony umístily.

Kritérium	Váha
Emise CO ₂	0,1
Hluk	0,06
Možnost doplnění paliva/energie	0,07
Nosnost	0,09
Dojezd	0,06
Pořizovací cena	0,12
Investice do infrastruktury	0,08
Provozní náklady na 1 km	0,1
Vládní pobídky	0,04
Potenciál do budoucnosti	0,08
Možnost PR komunikace	0,05
Množství řešení na trhu	0,07
Ověřenost v praxi	0,08

Tabulka 6 Váhy srovnávaných kritérií

Zdroj: vlastní tvorba

5.2.5 Dopad na životní prostředí

Ačkoliv vozidla interní dopravy společnosti plní emisní limit EURO V, produkují i tak velké množství emisí CO₂. Jedním z cílů společnosti je CO₂ neutrální výrobní závod, jehož součástí jsou právě i vozy interní přepravy. V současné době dochází k produkci

cca 240 tun CO₂ ročně. Tuto hodnotu lze razantně snížit při využití vozidel s alternativním pohonem. Při využití vozidel na stlačený zemní plyn dochází k redukcí emisí CO₂ o přibližně 25 % oproti variantě s konvenčním pohonem. V případě elektrifikovaných vozidel dochází k lokálně bezemisnímu provozu, tedy 100 % úspoře emisí CO₂. Zároveň v současné situaci vozidla interní dopravy využívají k doplňování pohonných hmot veřejnou čerpací stanici ležící mimo areál společnosti. Zde leží další potenciál k úspoře místních emisí CO₂, respektive v případě využití elektrifikovaných vozidel, která jsou dobíjena v rámci areálu již došlo k jejich reálné redukci.

V rámci následující části proběhne vyhodnocení současného stavu emitovaného CO₂ a srovnání s možnou alternativní navrhovanou variantou autora vedoucí k redukcí lokálně emitovaného množství CO₂

5.3 Srovnávaná kritéria a výběr vhodné varianty

V níže uvedené tabulce 7 jsou uvedeny hodnoty kritérií, se kterými je v rámci srovnání počítáno. Hodnoty vah jednotlivých kritérií jsou uvedeny v přechodí tabulce 6. Všechna srovnávaná kritéria jsou kvantitativní povahy. Některá z kritérií bylo potřeba kvantifikovat dodatečně. Jejich hodnota byla určena na škále 1-10 na základě dohody se zástupci focus group. Hodnocení jednotlivých variant bylo vyhodnoceno za použití metody váženého součtu jakožto zástupcem skupiny elementárních rozhodovacích metod a druhou použitou metodou byla zvolena pokročilá metoda TOPSIS. Obě metody jsou vzhledem k poměrně nízké výpočetní náročnosti využitelné v praxi a lze je požit jako podpůrné metody při procesu rozhodování. Cílem tohoto vyhodnocení je stanovení konečného preferenčního pořadí jednotlivých variant a výběr kompromisní varianty pomocí obou metod.

	Diesel	CNG	Elektro	Vodík
Emise CO ₂ (g/km)	1 591	1 188	0	0
Hluk	3	2	1	1
Náročnost čerpání	4	3	1	2
Nosnost (t)	40	40	44	36
Dojezd (km)	700	370	95	170
Pořizovací cena	3 800 000	4 500 000	8 500 000	13 000 000
Investice do infrastruktury (Kč)	0	10 000 000	6 000 000	18 000 000
Provoz na 1 km (Kč)	22	12	5	18
Vládní pobídky	0	2	7	4
Potenciál do budoucnosti	2	4	8	9

Možnost PR prezentace	1	5	8	7
Množství řešení na trhu	10	7	3	1
Ověřenost v praxi	9	8	3	1

Tabulka 7 Hodnoty srovnávaných variant

Zdroj: vlastní tvorba

5.3.1 Vstupní data pro hodnocení

V níže uvedené tabulce jsou představena hodnocená kritéria včetně jejich vah a povahy kritérií. Ke srovnání bazální a ideální varianty je potřeba určení maximalizační či minimalizační povahu kritéria. Dle povahy se odchyluje k jedné či druhé možnosti.

	Diesel	CNG	Elektro	Vodík	Váha	Povaha
Emise CO ₂ (g/km)	1 591	1 188	0	0	0,1	min
Hluk	3	2	1	1	0,06	min
Náročnost čerpání	4	3	1	2	0,07	min
Nosnost (t)	40	40	44	36	0,09	max
Dojezd (km)	700	370	95	170	0,06	max
Pořizovací cena	3 800 000	4 500 000	8 500 000	13 000 000	0,12	min
Investice do infrastruktury (Kč)	0	10 000 000	6 000 000	18 000 000	0,08	min
Provoz na 1km (Kč)	22	12	5	18	0,1	min
Vládní pobídky	0	2	7	4	0,04	max
Potenciál do budoucnosti	2	4	8	9	0,08	max
Možnost PR prezentace	1	5	8	7	0,05	max
Množství řešení na trhu	10	7	3	1	0,07	max
Ověřenost v praxi	9	8	3	1	0,08	max

Tabulka 8 Vstupní data pro provedení výpočtů

Zdroj: vlastní tvorba

5.3.2 Vyhodnocení jednotlivých variant

Metoda váženého součtu

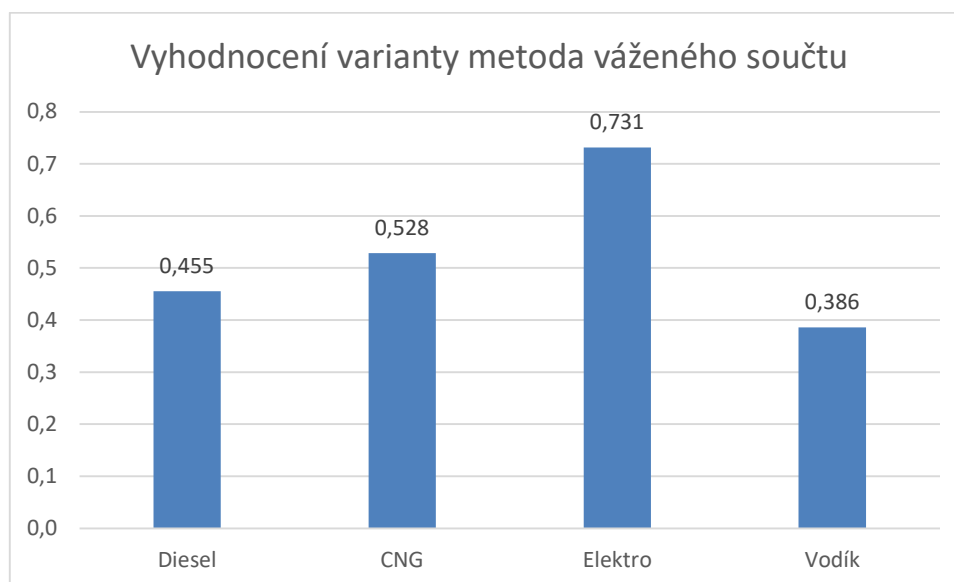
Po zohlednění vah jednotlivých kritérií byla dle vzorce (9) vypočtena normalizovaná matice jednotlivých kritérií.

	Diesel	CNG	Elektro	Vodík
Emise CO ₂ (g/km)	0,000	0,253	1,000	1,000
Hluk	0,000	0,500	1,000	1,000
Náročnost čerpání	0,000	0,333	1,000	0,667
Nosnost (t)	0,500	0,500	1,000	0,000
Dojezd (km)	1,000	0,455	0,000	0,124
Pořizovací cena	1,000	0,924	0,489	0,000
Investice do infrastruktury (Kč)	1,000	0,444	0,667	0,000
Provoz na 1 km (Kč)	0,000	0,588	1,000	0,235
Vládní pobídky	0,000	0,429	1,000	0,571
Potenciál do budoucnosti	0,000	0,308	0,923	1,000
Možnost PR prezentace	0,000	0,273	1,000	0,909
Množství řešení na trhu	1,000	0,667	0,222	0,000
Ověřenost v praxi	1,000	0,875	0,250	0,000

Tabulka 9 Normalizovaná matice MVS

Zdroj: vlastní tvorba

Skalárním součtem normalizovaných hodnot a váhy kritérií dle vzorce (11) došlo k výpočtu hodnoty užitku jednotlivých variant. Výsledné hodnoty jsou uvedeny na obrázku 13 níže.



Obrázek 13 Vyhodnocení metody MVS

Zdroj: vlastní tvorba

Vyhodnocení

Výsledným pořadím při vyhodnocení pomocí metody váženého součtu byla varianta elektrifikovaného vozu vyhodnocena jako nejvhodnější. Na druhém místě se umístila varianta CNG. Třetí se umístil konvenční dieselový pohon a na posledním, čtvrtém místě se umístil pohon na vodík. Při bližším pohledu na normalizovanou matici lze vidět, že varianta elektrifikovaného tahače se umístila na prvním místě v nejvíce kategoriích. Naopak varianta pohonu na CNG se projevila jako průměrné řešení ve všech kategoriích. To poukazuje na stabilitu tohoto řešení, kdy v žádném ze srovnávaných kritérií nedochází k větším pozitivním ani negativním výkyvům. Klasický dieselový pohon vyniká v ekonomických kritériích, jelikož se však jedná o konvenční technologii pohonu, propadá naopak v ekologických kritériích. Zde se naplno projevuje technologická zaostalost tohoto řešení. Poslední varianta vodíku projevuje svůj nedozrálý, rozvojový charakter tím, že sice plní technická a ekologická kritéria, investice do tohoto druhu pohonu jsou však v porovnání s ostatními řešeními neúměrně vysoké.

TOPSIS

Po zohlednění vah jednotlivých kritérií byla dle vzorce (5) vypočtena normalizovaná matice jednotlivých kritérií.

	Diesel	CNG	Elektro	Vodík
Emise CO ₂ (g/km)	0,080	0,060	0,000	0,000
Hluk	0,046	0,031	0,015	0,015
Náročnost čerpání	0,051	0,038	0,013	0,026
Nosnost (t)	0,045	0,045	0,049	0,040
Dojezd (km)	0,052	0,027	0,007	0,013
Pořizovací cena	0,027	0,033	0,061	0,094
Investice do infrastruktury (Kč)	0,000	0,037	0,022	0,067
Provoz na 1 km (Kč)	0,070	0,038	0,016	0,058
Vládní pobídky	0,000	0,010	0,034	0,019
Potenciál do budoucnosti	0,012	0,025	0,050	0,056
Možnost PR prezentace	0,004	0,021	0,034	0,030
Množství řešení na trhu	0,056	0,039	0,017	0,006
Ověřenost v praxi	0,058	0,051	0,019	0,006

Tabulka 10 Normalizovaná matice TOPSIS

Zdroj: vlastní tvorba

Na základě povahy kritéria a jeho hodnoty byla určena vzdálenost jednotlivých kritérií od ideální (6) a od bazální varianty (7). Tyto hodnoty jsou vidět v tabulkách 11 a 12 níže.

	di+
Nafta	0,125
CNG	0,095
Elektro	0,082
Vodík	0,133

Tabulka 11 Vypočtená vzdálenost od ideální varianty

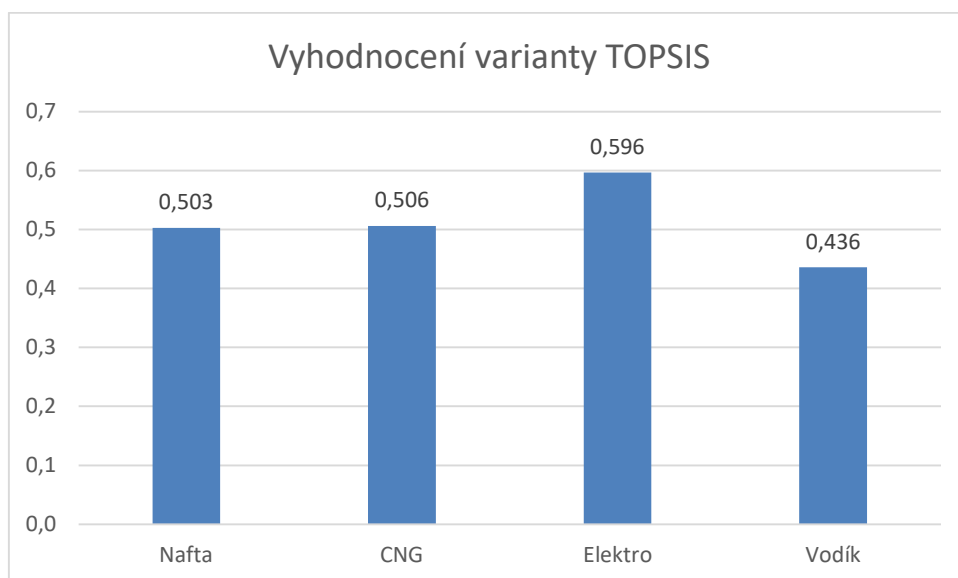
Zdroj: vlastní tvorba

	di-
Nafta	0,127
CNG	0,097
Elektro	0,121
Vodík	0,103

Tabulka 12 Vypočtená vzdálenost od bazální

Zdroj: vlastní tvorba

Následně byla dle vztahu (8) stanovena relativní vzdálenost hodnocených variant od bazální varianty.



Obrázek 14 Vyhodnocení varianty TOPSIS

Zdroj: vlastní tvorba

Vyhodnocení

Pořadí při vyhodnocení pomocí metody TOPSIS zůstává stejné jako při použití metody váženého součtu. Avšak pořadí na druhé a třetí pozici je daleko vyrovnanější než

v případě využití metody váženého součtu. Varianta elektro opět i v této variantě dosáhla nejlepšího hodnocení především díky náskoku v oblasti ekologie a levného provozu. Konvenční pohon a alternativní pohon na CNG dosáhly téměř identického ohodnocení. Kdy i v tomto případě varianta CNG vykazuje stabilnější charakteristiky, kdy nejsou ani v jenom případě krajní hodnotou v rámci srovnávaných intervalů Konvenční dieselová varianta sice vede v ekonomických kritériích, zaostává však v ekologické oblasti. Varianta s palivovým článkem opět výrazně zaostává v nutných investicích při pořízení a uvedení do provozu.

6 Vlastní návrhy řešení

6.1 Návrh obměny vozového parku

Níže byl vypracován modelový příklad ke srovnání exhalovaných emisí CO₂ vozidel interní přepravy. Kvůli zjednodušení a zpřesnění byl výpočet proveden pro metodu Tank-to-wheel. Při využití metod bližších produkci dochází ke zvýšení rozptylu možných výsledků vstupem jednotlivých součástí do procesu. Průměrný nájezd v této kategorie vozidel činí v rámci interní dopravy společnosti cca 23 000 km ročně. Momentálně je v rámci interní dopravy využíváno celkem 25 vozidel. Z čehož 19 vozidel využívá konvenční pohon a spaluje naftu, 4 vozy spalují CNG a 2 vozy jsou elektrifikované.

6.1.1 Aktuální situace

Typ	Pohon	Počet	Produkce CO ₂	Náklady na PHM	Přepočet na em. povolenky
MAN S	Diesel	3	62,4 t	784 875 Kč	128 510 Kč
MAN M	Diesel	1	25,8 t	324 415 Kč	53 118 Kč
MAN L	Diesel	2	59,9 t	753 480 Kč	123 370 Kč
Scania S	Diesel	6	169,7 t	2 134 860 Kč	349 548 Kč
Scania tandem	Diesel	7	256,2 t	3 223 220 Kč	527 748 Kč
Scania tandem	CNG	4	109,3 t	2 314 260 Kč	225 177 Kč
Framo e180	BEV	2	0,0 t	637 560 Kč	0 Kč
celkem		25	723,6 t	10 172 670 Kč	1 407 471 Kč

Tabulka 13 Aktuální situace

Zdroj: vlastní tvorba

Navrhovaným řešením je přechod z konvenčního naftového pohonu na elektrifikované soupravy pro interní přepravu společnosti. Tato změna byla navržena v souladu s emisní strategií společnosti a podpořena výsledkem provedené analýzy. Touto změnou by bylo

docíleno úspory CO₂ ve výši 573,9 tuny CO₂ a 1,9 mil Kč v nákladech na PHM za rok provozu. Tuto sumu lze dále navýšit při využití energie z fotovoltaické elektrárny dostupné v rámci společnosti. Navíc v případě přepočtu uspořené CO₂ na cenu emisních povolenek dochází k další úspoře 1,2 mil Kč za rok provozu.

6.1.2 Navrhované řešení

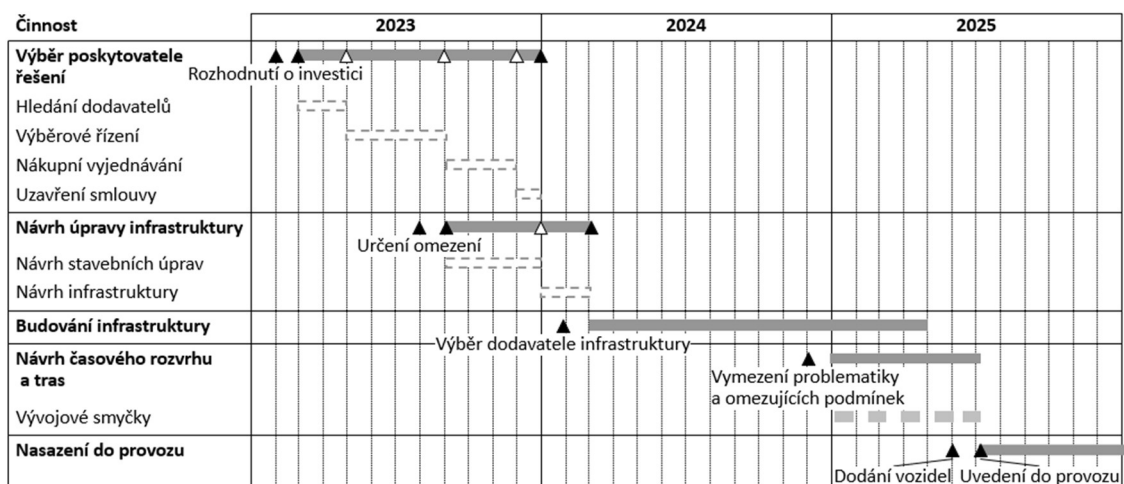
Typ	Pohon	Počet	Produkce CO ₂	Náklady na PHM	Přepočet na em. povolenky
Scania	BEV	12	0 t	3 091 200 Kč	0 Kč
Scania tandem	CNG	4	109,3 t	2 314 260 Kč	225 177 Kč
Framo e180	BEV	9	0 t	2 869 020 Kč	0 Kč
celkem		25	109 t	8 274 480 Kč	225 177 Kč

Tabulka 14 Navrhované řešení

Zdroj: vlastní tvorba

Vzhledem k fyzickému i technickému zastarávání současného vozového parku je aktuálně na rok 2025 plánovaná obměna vozového parku interní přepravy společnost. V rámci této výměny lze uskutečnit výše navrhované řešení. Současně s obměnou je ale potřeba upravit nabíjecí infrastrukturu uvnitř závodu tak, aby mohly být elektrifikované tahače provozovány kontinuálně na optimální úrovni nabití a nedocházelo k výpadkům a prostojům ohrožujícím provoz výrobní linky.

Na níže uvedeném časovém plánu byla rozvržena časová osa nasazení vybraného řešení. Prvním krokem je výběr poskytovatele řešení, v tomto kroku je potřeba provést průzkum trhu a výběr možných řešení. Dále srovnání nabízených řešení a dohoda s dodavatelem. Druhým krokem je budování/úprava existující nabíjecí infrastruktury, na kterou bude potřeba dle odhadu vyčlenit 6 000 000 Kč. V současné době není uzpůsobena na širší nasazení elektrifikovaných souprav. Je tedy nezbytné její rozšíření a uzpůsobení vzhledem k plánovanému rozsahu nasazení. Krokem před nasazením je úprava časového rozvrhu a tras tak, aby docházelo k udržování optimální úrovně nabití a využití kapacity souprav. Naopak je nutné eliminovat možné vybití a s tím související prostoje logistické obsluhy závodu. Finálním krokem je nasazení souprav do provozu, průběžná optimalizace využití na základě reálně získaných dat a vyhodnocení úspory na základě reálných dat.



Obrázek 15 Termínový plán nasazení navrhovaného řešení

Zdroj: vlastní tvorba

V souladu s navrhovaným projektovým vyhotovením, bude potřeba vymezit odpovědnosti jednotlivých útvarů při projektu obnovy vozového parku interní přepravy společnosti. S touto potřebou byly identifikovány zainteresované strany a jejich odpovědnosti jsou zaneseny v tabulce 15 níže v podobě RACI matice neboli „Matice odpovědnosti“. Realizace projektu se budou účastnit zástupci oddělení interní logistiky, finančního controllingu, nákupu, plánování staveb a infrastruktury, řízení plánování a nominovaný externí subjekt na provedení stavebních prací a dodání nabíjecí infrastruktury. Označení jednotlivých účastníků v RACI matici je vyznačeno v tabulce 16 níže.

Činnost/účastník	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
Výběr poskytovatele řešení	A	R	-	-	C	C	-	-	-	-	-
Hledání dodavatelů	A	R	-	-	C	C	I	I	-	-	-
Výběrové řízení	A	R	C	C	C	C	I	I	-	-	-
Nákupní vyjednávání	I	I	I	I	A	R	I	I	I	I	-
Uzavření smlouvy	I	I	I	I	A	R	I	I	I	I	-
Návrh stavebních úprav	C	C	I	I	I	I	A	R	C	C	C
Návrh infrastruktury	C	C	I	I	I	I	A	R	C	C	C
Budování infrastruktury	I	I	I	I	I	I	A	R	I	I	R
Návrh časového rozvrhu a tras	A	R	-	-	-	-	C	C	C	C	-
Vývojové smyčky	I	I	-	-	-	-	I	I	A	R	-
Nasazení do provozu	A	R	I	I	I	I	I	I	I	I	-

Tabulka 15 RACI matice projektu

Zdroj: vlastní tvorba

Útvar	Pozice	Označení
Interní logistika	Specialista	R1
	Koordinátor	R2
Finanční controlling	Specialista	R3
	Koordinátor	R4
Nákup	Specialista	R5
	Koordinátor	R6
Plánování staveb a infrastruktury	Specialista	R7
	Koordinátor	R8
Řízení plánování	Specialista	R9
	Koordinátor	R10
Externí společnost		R11

Tabulka 16 Zainteresované strany v projektu

Zdroj: vlastní tvorba

Co se týče samotného vozového parku, navrhuje autor nahrazení dieselových variant elektrifikovanými tahači. V tabulce níže je srovnání nákladů, kdy pořízení ekologické varianty vychází o 83 000 000 Kč draže. Náklady na pořízení jsou uvedeny níže v tabulce 15.

Typ	Pohon	Počet	Cena/ks	Cena celkem
MAN s	Diesel	3	2 200 000 Kč	6 600 000 Kč
MAN M	Diesel	1	2 800 000 Kč	2 800 000 Kč
MAN L	Diesel	2	3 850 000 Kč	7 700 000 Kč
Scania S	Diesel	6	2 300 000 Kč	13 800 000 Kč
Scania tandem	Diesel	7	4 400 000 Kč	30 800 000 Kč
Scania tandem	CNG	4	4 700 000 Kč	18 800 000 Kč
Framo e180	BEV	2	8 500 000 Kč	17 000 000 Kč
celkem				97 500 000 Kč

Typ	Pohon	Počet	Cena/ks	Cena celkem
Scania	BEV	12	7 100 000 Kč	85 200 000 Kč
Scania tandem	CNG	4	4 700 000 Kč	18 800 000 Kč
Framo e180	BEV	9	8 500 000 Kč	76 500 000 Kč
celkem				180 500 000 Kč

Tabulka 17 Navrhované řešení

Zdroj: vlastní tvorba

Celková plánovaná investice na obměnu vozového parku interní dopravy společnosti je tedy ve výši 186 500 000 Kč. V praxi bude tato hodnota rozložena do let díky využití operativního leasingu. Rozpadem se jedná o 180 500 000 Kč na samotná vozidla. Na úpravu dobíjecí infrastruktury je vyčleněna částka 2 500 000 Kč a na stavební úpravy 3 500 000 Kč.

Kvantitativní přínosy
Úspora provozních nákladů flotily
Eliminace cest k čerpací stanici
Úspora servisních nákladů
Možnost čerpání dotací
Kvalitativní přínosy
Snížení hluku a vibrací souprav
Úspora lokálních emisí CO2
Pozitivní dopad na životní prostředí
Pozitivní dopad na pracovní
Pozitivní PR komunikace
Potenciál k přechodu na udržitelné zdroje energie
Potenciály pro nová partnerství
Rozvoj energetické nezávislosti

Tabulka 18 Shrnutí přínosů

Zdroj: vlastní tvorba

Obměna vozového parku interní logistiky

Interní logistika

☒ K rozhodnutí ☐ K informaci

Výchozí situace

- Aktuální vozový park se skládá ze zastaralých konvenčních vozidel na konci životního cyklu, vyžadujících obměnu
- Plánovaný cyklus obměny flotily v roce 2025

Problematika

- Potřeba rozhodnutí o obměně vozového parku interní přepravy společnosti
- Vypracována strategie obměny s implementací green principů v souladu se strategií společnosti

Navrhované opatření

Nasazení nových elektrifikovaných vozidel
Úprava dobíjecí infrastruktury v rámci závodu
Investice do infrastruktury 6 mil Kč
Investice do vozidel 180,5 mil Kč, plánovaná životnost 10 let

19x Diesel
4x CNG
2x BEV

➔

4x CNG
21x BEV



Kvantitativní přínosy

Úspora provozních nákladů flotily
Eliminace cest k čerpací stanici
Úspora servisních nákladů
Možnost čerpání dotací



Kvalitativní přínosy

Snížení hluku a vibrací souprav
Úspora lokálních emisí CO2
Pozitivní dopad na životní prostředí
Pozitivní dopad na pracovní
Pozitivní PR komunikace
Potenciál k přechodu na udržitelné zdroje energie

Navrhované usnesení

Schválení navrhované obměny vozového Parku a investice 186 mil Kč.

☒ Ano ☐ Ne

Obrázek 16 Navrhovaný podklad ke schválení rozhodnutí

Zdroj: vlastní tvorba

6.2 Shrnutí základních poznatků

V úvodu aplikační části byla představena srovnávaná kritéria a jejich váhy stanovené pomocí bodovací metody ve spolupráci s expertním týmem. Srovnávání variant proběhlo na základě třinácti kritérií, kdy se jednalo o kritéria technické povahy, ekonomické

povahy a environmentálně orientované povahy. Srovnání hodnocených variant bylo provedeno pomocí dvou metod vícekritériálního rozhodování. Elementárnější skupina metod byla zastoupena metodou váženého součtu. Skupina pokročilých metod byla zastoupena metodou TOPSIS. Tyto metody byly zvoleny po konzultaci s kolegy z praxe vzhledem k jejich relativně nízké výpočetní náročnost, díky čemuž jsou přenositelné do praxe a lze je využívat jako podporu při rozhodování.

Pomocí metody váženého součtu byla variantou s nejvyšším užtkem zvolena elektrifikovaná souprava. Na druhém místě se umístil alternativní pohon na CNG, na třetím konvenční dieselový pohon a jako varianta s nejmenším užtkem byl zvolen pohon na vodík. Využití pokročilejší výpočetní metody TOPSIS vykazalo stejné pořadí hodnocených variant, avšak s mnohem bližšími výsledky hodnocených variant na druhém a třetím místě, tedy variant diesel a CNG.

Vyhodnocená ideální varianta elektrifikovaného pohonu byla nadále použita v rámci modelového příkladu obměny vozového parku interní přepravy společnosti. Současný vozový park vykazuje roční emise CO₂ ve výši 683,2 t. Navrhované řešení, kdy původní dieselová vozidla budou nahrazena elektrifikovanými vykazuje roční emise CO₂ ve výši 109,3 t. Výměnou dosluhujících dieselových vozidel za elektrifikovaná byla vypočtena úspora emisí CO₂ ve výši 573,9 t za rok. Dále byl představen termínový plán implementace navrhovaného řešení směřovaný k termínu plánované obměny vozového parku.

Pořízení ekologicky efektivnějšího vozového parku představuje výraznou investici, celkově ve výši 180 500 000 Kč. Ta řádově převyšuje investici do pouhé obnovy současného vozového parku ve výši 97 500 000 Kč. V praxi bude tato hodnota rozložena do let díky využití operativního leasingu. Ačkoliv v průběhu dobu využívání bude docházet k úsporám v podobě nižších nákladů na provoz, nevychází finanční vyhodnocení pro ekologickou variantu pozitivně. V tomto případě se však jedná o výraznou technologickou inovaci s pozitivním dopadem na životní prostředí v souladu se strategií společnosti, která zahrnuje mnoho inherentních pozitivních dopadů, které je složité kvantifikovat. Mezi ty lze zařadit vylepšení obrazu firmy v očích veřejnosti, rozvoj soběstačnosti společnosti či minimalizace dopadu na environment. Navíc využití zelených řešení skýtá možnosti pozitivního rozvoje do budoucna. Vzhledem k plánované

době využití 10 let lze počítat s dalším technologickým pokrokem a rozvojem využití zisku energie z obnovitelných zdrojů.

7 Závěr

Cílem této diplomové práce byla analýza a volba vhodného pohonu vozidla interní přepravy, se zaměřením na aktuální trendy v green logistice pomocí pokročilých metod vícekriteriálního rozhodování, společně s návrhem nového složení vozového parku v termínu následující plánované obměny.

V teoretické části práce byla detailněji představena logistika, její historický vývoj a činnosti a procesy dodavatelského řetězce, díky nimž dochází k aplikaci green principů. Dále byla popsána legislativa týkající se přepravy nákladními automobily včetně její historie, aktuálně platné legislativa a očekávaného budoucího vývoje. Rovněž byl vysvětlen a popsán samotný termín zelená logistika, jeho podstata, ekonomické, enviromentální a sociální perspektivy, aktuální trendy a možnosti alternativních pohonů. Ve druhé části teoretických východisek práce byly vysvětleny metody vícekriteriálního rozhodování a jejich jednotlivé části. Pozornost byla věnována i prvkům rozhodovacího procesu, jejich členění a rozhodovacím modelům.

V praktické části práce byl nejprve formulován rozhodovací problém a aplikovány vybrané metody vícekriteriálního rozhodování. Tyto byly následně vyhodnoceny a shrnuty do základních poznatků. Jako optimální variantou pohonu pro vozidla interní přepravy společnosti byla vyhodnocena možnost elektrifikovaného pohonu, na druhé pozici se umístil pohon na CNG, na třetí pozici konvenční dieselový pohon a jako nejméně vhodnou variantou byl shledán pohon na vodík. Zároveň byl na základě vyhodnocení optimální varianty pohonu vypracován a představen návrh optimalizovaného řešení pro plánovanou obnovu vozového parku společnosti s ohledem na implementaci zelených řešení. V souvislosti s aktuální geopolitickou situací lze očekávat zvýšení důrazu na energetickou soběstačnost a minimalizaci dopadu na environment. Tyto požadavky jsou respektovány v navrhované struktuře vozového parku společnosti.

Pro výběr optimální varianty byly zvoleny metody váženého součtu a metoda TOPSIS, a to vzhledem k jejich srozumitelnosti a relativně nízké výpočetní náročnosti. Díky těmto skutečnostem jsou snadno přenositelné do praxe. Metoda váženého součtu pak znázorňuje užitek jednotlivých variant a metoda TOPSIS naopak ukazuje blízkost ideální variantě.

Seznam použitých zdrojů

BAKEŠOVÁ, Miroslava a Vladimír KŘEŠŤAN. Základy logistiky. Jihlava: Vysoká škola polytechnická Jihlava, 2008. ISBN 978-80-87035-08-5.

BEAMON, B.M. (1999) Designing the Green Supply Chain. Logistics Information Management, 12, 332-342.

BEAMON, B.M. (1999) Measuring Supply Chain Performance. International Journal of Operations & Production Management, 19, 275-292.

DUCHOŇ, Bedřich. Management. : Integrace tvrdých a měkkých prvků řízení. 1. vydání. Praha: C.H.BECK, 2008. ISBN 978-80-7400-003-4.

EISELT, HA. Operations Research. : A Model - Based Approach. 1. vydání.

Heidelberg: Springer, 2010. ISBN 978-3-642-10325-4.

FÁBRY, Jan. Matematické modelování. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2011. 180 s. ISBN 978-80-7431-066-9.

FIALA, Petr. Operační výzkum. : Nové trendy. 1. vydání. Praha: Professional Publishing, 2010. ISBN 978-80-7431-036-2.

FIRST, Jiří. Zkoušení automobilů a motocyklů. : Příručka pro konstruktéry. 1. vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2008. ISBN 978-80-254-1805-5.

FOTR, Jiří. Manažerské rozhodování. : Postupy, metody a nástroje. 1. vydání. Praha 4: EKOPRESS, 2006. 409 s. ISBN 80-86929-15-9.

GROS, Ivan. Logistika. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1996. ISBN 80-7080-262-6.

GROS, Ivan. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.

HÁLEK, Vítězslav. Plánování a organizování. Hradec Králové: Gaudeamus, vyd.1, 2007. ISBN 978-80-7041-656-3.

HŘÍBAL, Vítěk. Výběr vhodného modelu automobilu vyšší střední třídy dle technicko-ekonomických kritérií [online]. Mladá Boleslav, 2020 [cit. 2022-05-08]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/une0jy/>. Diplomová práce. ŠKODA AUTO Vysoká škola o.p.s. Vedoucí práce Ing. Josef Bradáč, Ph.D.

JABLONSKÝ, Josef. Operační výzkum. : Kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. 3. vydání. Praha: Professional Publishing, 2007. 323 s. ISBN 978-80-86946-44-3.

KOVANDA, Jan. Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků. 1. vydání. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2016. viii, 242 stran. ISBN 978-80-01-05893-0.

KOZEL, Roman. Moderní metody a techniky marketingového výzkumu. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2011. ISBN 978-80-247-3527-6.

MCKINNON, Alan C, Green logistics : improving the environmental sustainability of logistics. Third edition. London Philadelphia: Kogan Page, 2015. xxi, 426 pages ;. ISBN 9780749471859

MUNI. [online]. Brno: Masarykova Univerzita 2013 [2019-12-10]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1456/jaro2013/MKV_VZVP/um/33149329/Studijni_text_metody_vicekriterialniho_rozhodovani.pdf

NĚMEC, Vladimír. Projektový management. 1.vyd. Praha: GRADA, 2002. 184 s. ISBN 80-247-0392-0.

RODRIGUE, Jean-Paul, et al. The Geography of Transport Systems. 4th ed., Routledge, 2016. ISBN 9781138669574

RAVINDRAN, Ravi. Operations Research and Management Science Handbook. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2563-2.

REMEK, Branko. Automobil a spalovací motor: historický vývoj. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3538-2.

SAJDL, Jan, Autolexikon - Aerodynamika. [online]. [cit. 2022-05-08]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/aerodynamika/>

SAJDL, Jan, Autolexikon - CNG. [online]. [cit. 2022-05-08]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/cng-compressed-natural-gas/>

SAJDL, Jan, Autolexikon - LPG. [online]. [cit. 2022-05-08]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/lpg-liquefied-petroleum-gas/>

SIXTA, Josef. Logistika. : Používané metody. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2563-2.

ŠTĚDRŮ, Bohumír. Manažerské rozhodování v praxi. 1. vydání. Praha: C. H. Beck, 2015. ISBN 978-80-7400-587-9

ŠUBRT, Tomáš. Ekonomicko-matematické metody. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o., 2011. ISBN 978-80-7380-345-2.

ZOPOUNIDIS, Constantin. Multiple Criteria Decision Making: Applications in Management and Engineering. Chania: Springer, 2017. ISBN 978-33-1939-292-9.

Seznam použitých zkratk a symbolů

EU – Evropská unie
IKT – Informační a komunikační technologie
CO – Oxid uhelnatý
HC – uhlovodíky
NO_x – oxidy dusíku
PM – pevné částice
g – gram
kWh – kilowatthodina
km – kilometr
Euro I, II, ..., IV – evropské emisní normy
OBD – palubní diagnostika
DPF – Diesel Particulate Filter
WHTC – World Harmonized Transient Cycle
WHSC – World Harmonized Stationary Cycle
PEMS – Portable emissions measurement systém
NH₃ – amoniak
dB – Decibel
JIS – Just in sequenc
JIT – Just in time
SC – supply chain
SCM – supply chain management
GL – green logistika
GSCM – green supply chain management
CO₂ – oxid uhličitý
CNG – stlačený zemní plyn
LPG – zkapalněný ropný plyn
Cx – součinitel aerodynamického odporu
PDCA – Demingův cyklus
BEV – Battery Electric Vehicle
t – tuna
MVS – metoda váženého součtu