

ČESKÉ VYSOKÉ ÚČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA DOPRAVNÍ

Stanislav Hojný

Analýza automobilového trhu a optimalizace přepravních  
toků

Bakalářská práce

**2017**



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta dopravní  
d ě k a n**

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

**K617..... Ústav logistiky a managementu dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Stanislav Hojný**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – MED – Management a ekonomika dopravy a telekomunikací**

Název tématu (česky): **Analýza automobilového trhu a optimalizace  
přepravních toků**

Název tématu (anglicky): Analysis of Automobile Market and Transport Flow  
Optimization

**Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Analýza střeoevropského trhu v automobilovém průmyslu
- Aspekty ovlivňující přepravu osobních a lehkých užitkových vozidel
- Předpokládaný vývoj automobilového trhu a jeho dopady na logistiku
- Optimalizace přepravy
- Zhodnocení vypracovaného návrhu

- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Volek, J. Teorie grafů - aplikace v dopravě a veřejné správě. Univerzita Pardubice, 2012  
Machačka, I. Nařízení 561/2006,165/2014 AETR a české předpisy do kabiny. SystemConsult, 2015  
Sato, A., Černošlávková, E., Machková, H. Mezinárodní obchodní operace. Grada Publishing, 2010

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Edvard Březina, CSc.**  
**doc. Ing. Dušan Teichmann, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **30. června 2016**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **28. srpna 2017**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

  
doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D. vedoucí Ústavu logistiky a managementu dopravy

  
prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c. děkan fakulty



Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

  
Stanislav Hojný  
jméno a podpis studenta

V Praze dne .....30. června 2016

## Poděkování

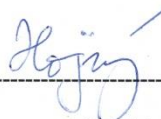
Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji ing. Edvardu Březinovi, CSc. a doc. ing. Dušanu Teichmannovi, Ph.D. za jejich cenné rady, trpělivost a odborné vedení mé bakalářské práce. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodinně za bezmeznou podporu, jež mi byla poskytována po celou dobu studia.

## Prohlášení

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

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

V Praze dne 26. srpna 2017



-----  
Stanislav Hojný

## Abstrakt

Bakalářská práce analyzuje vývoj a současný stav automobilového průmyslu v Evropské unii s bližším zaměřením se na země Visegrádské čtyřky a změny, jež by v tomto odvětví měly během následujících let nastat. Na základě těchto informací stanovuje oblasti podnikání logistické firmy „T“, které budou procházet transformací. Praktická část představuje návrh exaktního přístupu k vytváření okružních jízd jízdnic souprav v rámci rozvozu automobilů ve Francii.

## Klíčová slova

Evropská unie, Visegrádská čtyřka, automobilový průmysl, vývoj, VRPMTW, mezinárodní kamionová přeprava, legislativa, optimalizace, rozvoz

## Abstrakt

The Bachelor thesis analyses the progress and the current situation of the automotive industry in the European Union with a closer look at the Visegrad Group, as well as, changes that probably will take place in this industry in the next few years. Based on this information, the entrepreneurship of the logistic company „T“, should be changing, are stated. The experimental part presents the proposal of the exact approach to forming efficient truck tours in the context of car distribution in France.

## Key words

European Union, Visegrád Group, automotive industry, progress, VRPMTW, international truck transport, legislation, optimization, distribution

## Obsah

Úvod .....	4
1 Analýza střeoevropského trhu v automobilovém průmyslu .....	6
1.1 Automobilový průmysl v Evropské unii .....	6
1.2 Automobilový průmysl ve střední Evropě .....	7
1.2.1 Specifika automobilového průmyslu v Střední Evropě .....	9
1.2.2 Současná situace automobilového průmyslu v zemích Visegrádské aliance .....	12
1.3 Česká republika .....	12
1.3.1 Významní výrobci osobních automobilů na území České republiky .....	13
1.3.2 Porovnání České republiky a ostatních významných světových výrobců .....	14
2. Předpokládaný vývoj automobilového trhu a jeho dopady na logistiku.....	16
3. Aspekty ovlivňující přepravu osobních a lehkých užitkových vozidel .....	23
3.1 Bilaterální smlouvy .....	23
3.2 Multilaterální smlouvy .....	24
3.2.1 CMR .....	24
3.2.2 AETR .....	25
3.3 Incoterms .....	27
3.4 Vliv mezinárodní politiky- Mezinárodní sankce vůči Rusku v roce 2014.....	28
4. Optimalizace rozvozních plánů .....	30
4.1 Matematická formulace řešené úlohy .....	33
4.2 Matematický model úlohy .....	35
4.2.1 Model úlohy v optimalizačním programu Xpress-IVE .....	37
5. Zhodnocení vypracovaného návrhu.....	39
5.1 Situace č. 1 .....	39
5.2 Situace č. 2 .....	43
5.3 Situace č. 3 .....	46
5.4 Podnikatelská činnost a změny v rámci firmy „T“ .....	49
6. Závěr .....	52
7. Použité zdroje.....	53

## Úvod

V současné době je automobil nezbytnou součástí lidského života. Každodenně jej využívají miliony lidí při cestě do práce, na nákup, či za zábavou. Přes všechny obtíže, které se s užíváním automobilu pojí, jako například parkování, kolony ve městech, hluk, se stal pro většinu lidí nepostradatelným a do značné míry ovlivňuje jejich životy. S mírnou nadsázkou se dá říci, že dopravní funkce automobilu nemusí být vždy prvořadá. V dnešním materializovaném světě automobil často reprezentuje sociální statut majitele, což je potvrzováno tím, že si lidé vybírají vozy renomovaných značek jen proto, aby ukázali své bohatství okolí. Druhým, a to více vznešeným, případem je vášeň majitele k určité automobilce, ba dokonce k specifickému typu vozidla.

Od původního prototypu sestrojeného v 18. století se nynější model automobilu výrazně liší. Téměř všechny konstrukční celky automobilu prošly radikální změnou, například motory s vyšší účinností, aerodynamická karoserie snižující spotřebu automobilu či moderní aktivní a pasivní bezpečnostní systémy sloužící k zajištění maximálního bezpečí pasažérů. V současné době se důraz zejména klade na snižování produkce škodlivých látek, kdy automobily musí splňovat přísné emisní předpisy. Především se sledují emise skleníkových plynů a mechanických mikročástic. První způsobuje skleníkový efekt, druhý negativně ovlivňuje dýchací cesty[2,3].

Mezinárodní přeprava zboží je velmi aktuální téma, kdy import a export hraje velkou roli v ekonomice státu. Důvodem zaměření se na automobilový průmysl v této práci byla jednak dlouhá historie výroby automobilů v České republice a též důležitost tohoto odvětví pro českou ekonomiku.

Bakalářská práce je rozdělena na analytickou a praktickou část. První jmenovaná se věnuje automobilovému průmyslu v Evropě a následně se blíže zabývá tímto odvětvím ve střední Evropě a České republice. V první části jsou též zahrnuty předpisy a legislativa vztahující se k mezinárodní přepravě automobilů a očekávaný vývoj automobilového průmyslu.

Druhá část bakalářské práce se zaměřuje na optimalizaci mezinárodní přepravy osobních a lehkých užitkových vozidel. Vstupem pro optimalizace jsou data poskytnutá logistickou firmou „T“, která se na přepravu těchto komodit specializuje. Zkrácené označení firmy je použito z důvodu zachování anonymity a ochrany interních dat firmy.

Firma „T“ byla založena v roce 1998 a již od prvopočátků se výhradně zaměřovala na silniční přepravu osobních a lehkých užitkových automobilů. Na této specializaci se doposud nic nezměnilo, pouze se mezi předměty podnikání přidala i přeprava nákladních automobilů a zprostředkovatelská činnost. V průběhu roku 2009 se firma „T“ stala součástí nadnárodní

skupiny, ve které je dodnes. V současnosti má firma 30 zaměstnanců a sídlí nedaleko hlavního města[49].

Své podnikatelské aktivity firma nejčastěji uplatňuje na francouzském, německém, slovenském, maďarském, belgickém, italském a makedonském trhu. Zákazníky jsou významní evropští automobiloví výrobci, mezi které patří například koncern Volkswagen, PSA Group či General Motors. Jak již bylo výše zmíněno, tak firma „T“ využívá k přepravě pouze silniční dopravu. V roce 2015 tvořilo její vozový park 30 jízdních souprav, z nichž 20 jich patřilo do vlastního majetku firmy a zbylých 10 si firma pronajímala. Během tohoto roku firma přepravila 21 809 automobilů v rámci Evropy. V následujícím roce 2016 byl počet pronajatých jízdních souprav vyšší, v rozsahu 20-30 vozů, a pouze 9 jízdních souprav bylo firmou reálně vlastněno. Celkové množství přepravených automobilů v tomto roce v rámci Evropy bylo 18534 [49].

Nakládací faktor jízdních souprav neboli maximální počet naložených automobilů, se pohybuje od 2 do 11 vozidel v závislosti na typu nástavby sloužící pro přepravu automobilů a přepravovaném modelu. V případě první krajní hodnoty náklad tvoří např. Citroen Jumper či Peugeot Boxer, naopak u druhé hraniční hodnoty se přepravují Citroen C1, Nissan Leaf nebo Peugeot 108. V oblasti flotily se důraz klade i na ekologii, což koreluje s modernizací vozového parku na EURO 5 a EURO 6. Koncern plánuje i zařazení tahačů na plyn, což ale zatím není technicky možné vzhledem k velikosti nádrží a dojezdu [49].

Samotná přeprava je provozována ve dvou režimech. Buď jsou automobily dopravovány přímo do místa určení, nebo do meziskladů, ze kterých jsou následně distribuovány. O tom jaký z režimů přepravy je pro danou zakázku zvolen rozhoduje poloha cílové destinace, objem přepravy a v neposlední řadě i přání zákazníka [49].

Cílem bakalářské práce je analyzovat vývoj a současný stav automobilového průmyslu v Evropské unii s bližším zaměřením se na země Visegrádské čtyřky a změny, jež by v tomto odvětví měly během následujících let nastat. Na základě zjištěných informací budou popsány změny v rámci podnikatelské činnosti firmy „T“ v příštích letech. Součástí bakalářské práce je i návrh exaktního přístupu k vytváření okružních jízd jízdních souprav v rámci rozvožů automobilů ve Francii firmou „T“.



## **1 Analýza střeoevropského trhu v automobilovém průmyslu**

Začátek této kapitoly je věnován samotnému významu automobilového průmyslu pro Evropskou unii a stěžejním okamžikům, jež tento průmysl do značné míry formovaly v průběhu posledních let. Následně se detailněji zaměřuje na střední Evropu, zejména na důvody, proč se automobilová výroba začala přesouvat právě do těchto oblastí. Poslední část hodnotí situaci v České republice a porovnává ji s ostatními významnými automobilovými výrobci.

### **1.1 Automobilový průmysl v Evropské unii**

V současné době je automobilový průmysl jedním z nejdůležitějších odvětví evropské ekonomiky. Je to jeden z největších zaměstnavatelů, kdy poskytuje cca 2,3 milionů přímých pracovních pozic, a zdrojů příjmů pro Evropskou unii[4]. Právě automobilový průmysl se značnou měrou podílí na rostoucí obchodní bilanci EU v posledních letech, a dle jeho významu je do tohoto odvětví též investováno. Nejen vysoké investice, ale též obrovská konkurence a stále vyšší nároky a očekávání z řad zákazníků dělají z automobilového průmyslu oblast, kde je vývoj nových technologií a používání inovativních přístupů nutností.

Samotný automobilový průmysl je úzce provázán s mnoha dalšími průmyslovými odvětvími a službami. Některé hrají svou roli ještě před samotnou výrobou např. ocelářský průmysl, chemický průmysl, textilní průmysl či hutnický průmysl, některé až po výrobě jako takové např. pojišťovací služby nebo autoservis. Právě tato provázanost následně generuje více než 10 milionů pracovních pozic v rámci EU[5]. Obecně platí, že jedna pracovní pozice v automobilovém průmyslu vytváří další čtyři u dodavatelských firem a dalších 5 v maloobchodech a souvisejících odvětvích[9].

Ačkoliv to vypadá, že toto odvětví má neatřesitelnou pozici v rámci evropského hospodářství, není tomu tak. V období mezi lety 2008- 2013 byl evropský trh s automobily velmi nestabilní, zejména z důvodu propuknutí finanční krize, jež se následně stala krizí ekonomickou[7]. Snížení koupěschopnosti obyvatel výrazně ovlivnilo i poptávku po automobilech, což zapříčinilo finanční ztráty některých výrobců. Ve snaze minimalizovat dopady poklesů prodeje probíhaly rozsáhlé restrukturalizační kroky, mezi které pařilo i snižování počtů zaměstnanců. Během roku 2008 a prvního čtvrtletí roku 2009 přišlo o práci více než 65 tisíc zaměstnanců napříč Evropou [5]. Se snižováním počtu pracovních míst jde ruku v ruce i omezování výroby, kdy celková produkce v roce 2008 klesla oproti roku předešlému o 7%. Samotný propad prodeje na domácích a zahraničních trzích byl tak ostrý a hluboký, že odhadovaná ztráta automobilek v mezidobí 2008-2009 se pohybovala mezi 18 až 30 miliardami euro [9]. Největší snižování výrobních kapacit pak probíhalo v západní Evropě jak je patrné z Tabulky č. 1. Kromě Německa, které ztráty na evropských trzích částečně

kompenzovalo zvýšeným exportem do USA a Číny, kde má silné postavení na tamějších trzích, se většina automobilek, včetně těch renomovaných, potýkala s velikými finančními problémy, kdy například celkový zisk Renaultu v roce 2008 byl oproti roku minulému nižší o 80%. Nutná finanční pomoc na záchranu automobilového průmyslu a zamezení hromadného propouštění přišla jak z řad vlád jednotlivých států, tak i od Evropské unie. S finanční podporou byly spojeny i požadavky na vývoj automobilů šetrných k životnímu prostředí [9],[12].

Tabulka č. 1: Produkce automobilů a lehkých užitkových vozidel mezi lety 2007 a 2013; zdroj dat: [10],[11]

	2007	2008	změna 2007-2008	2009	změna 2008-2009	2010	změna 2009-2010	2011	změna 2010-2011	2012	změna 2011-2012	2013	změna 2012-2013
UK	1 730 462	1 622 176	-6%	1 079 666	-33%	1 381 839	28%	1 446 824	5%	1 558 951	8%	1 579 024	1%
Francie	2 944 123	2 495 066	-15%	2 018 344	-19%	2 186 650	8%	2 242 928	3%	1 967 765	-12%	1 740 000	-12%
Španělsko	2 795 364	2 466 377	-12%	2 143 819	-13%	2 350 755	10%	2 299 769	-2%	1 932 304	-16%	2 139 654	11%
Itálie	1 231 749	974 198	-21%	819 189	-16%	809 173	-1%	755 948	-7%	638 003	-16%	624 505	-2%
Německo	5 960 733	5 773 148	-3%	5 132 151	-11%	5 783 095	13%	6 146 948	6%	5 649 260	-8%	5 718 222	1%
Portugalsko	170 103	168 420	-1%	123 852	-26%	154 333	25%	188 164	22%	159 566	-15%	150 616	-6%
Belgie	789 674	680 131	-14%	524 595	-23%	528 996	1%	562 386	6%	504 076	-10%	465 504	-8%
Nizozemsko	61 912	59 223	-4%	50 620	-15%	48 025	-5%	40 772	-15%	24 895	-39%	0	-100%
Finsko	24 006	18 000	-25%	10 907	-39%	6 385	-41%	2 540	-60%	2 900	14%	20 500	607%
Polsko	786 825	933 027	19%	868 729	-7%	858 972	-1%	825 225	-4%	650 744	-21%	579 055	-11%
Česká republika	931 298	939 600	1%	979 085	4%	1 072 263	10%	1 194 981	11%	1 174 267	-2%	1 128 473	-4%
Slovensko	571 071	575 776	1%	461 340	-20%	561 933	22%	639 763	14%	926 555	45%	975 000	5%
Maďarsko	287 982	342 359	19%	212 773	-38%	208 571	-2%	200 000	-4%	215 440	8%	317 857	48%
Švédsko	316 850	252 287	-20%	128 738	-49%	177 084	38%	188 969	7%	162 814	-14%	161 080	-1%
Rakousko	199 969	125 436	-37%	56 620	-55%	86 183	52%	130 343	51%	123 602	-5%	146 566	19%
Rumunsko	241 547	245 020	1%	296 310	21%	350 857	18%	335 167	-4%	337 743	1%	410 959	22%
Slovinsko	198 402	180 251	-9%	212 749	18%	211 340	-1%	174 119	-18%	130 949	-25%	93 734	-28%

Ke stabilizaci automobilového průmyslu došlo až v druhé polovině roku 2013, kdy se zlepšila celková ekonomická situace v Evropě [13]. Od tohoto okamžiku vykazuje automobilový průmysl kontinuální růst [14].

Období krize značně ovlivnilo současný stav automobilového průmyslu. Hlavními zákazníky byly firmy, které obnovovaly své vozové parky skládající se zejména z vozů typu karoserie kombi nižší střední třídy. Právě tato vozidla byla primárně vyráběna ve střední Evropě, čímž se zesiloval vliv této oblasti [15]. Další změnou byl zvýšený důraz na ekologii a s tím jdoucí zpříšňování emisních limitů.

## 1.2 Automobilový průmysl ve střední Evropě

Pod pojmem střední Evropa jsou zahrnuty země Visegrádské čtyřky. Do této aliance patří Česká republika, Polsko, Slovensko a Maďarsko. Všechny tyto země byly v průběhu druhé poloviny 20. století pod vlivem Sovětského svazu, což značně přispělo k přetrhání vazeb

se západoevropskými zeměmi a jejich ekonomické zaostalosti [16]. Situace se změnila až na počátku 90. let 20. století, kdy padly ve výše zmíněných zemích komunistické vlády, a tyto státy se otevřely západním trhům [17][18][19].

Dobrým základem pro rozvoj automobilového průmyslu v těchto zemích byla dlouhá historie ve výrobě motorových vozidel. Československo se v této oblasti řadilo mezi nejvyspělejší, kdy značky jako Škoda nebo Tatra mají svůj původ již v 19. století [20,21]. Ani v ostatních státech se nezačínalo na „zelené louce“. V Polsku existovala například továrna na výrobu osobní automobilu Fabryka Samochodów Osobowych [22] a v Maďarsku autobusová firma Ikarus [23]. Z tohoto a mnoha dalších důvodů, které jsou popsány v následujících odstavcích, vstoupilo na zdejší automobilové trhy mnoho zahraničních investorů, viz. Tabulka č. 2, což zásadně dopomohlo k vybudování silné pozice této oblasti v rámci Evropy tak i světa.

Tabulka č. 2: Investice v automobilovém průmyslu na přelomu 21. Století; zdroj:[21]

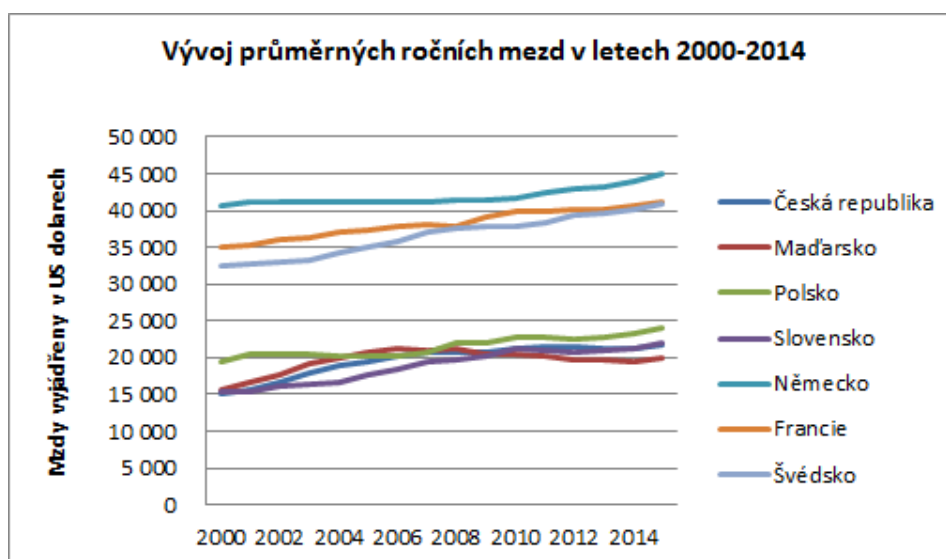
Země	Investor	Lokalita	Rok	Typ investice	Produkty
Česká republika	Volkswagen/ Škoda	Mladá Boleslav Kvasnice Vrchlabí	1991	Investice do existujícího podniku	Octavia Fabia Roomster Superb
	TPCA	Kolín	2002	Výstavba nového závodu	Peugeot 107 Toyota Aygo Citroen C1
	Hyundai	Nošovice	2006	Výstavba nového závodu	i30
Maďarsko	Suzuki	Esztergom	1992	Výstavba nového závodu	Ignis ,Justy Swift , SX4 Fiat Sedici
	Volkswagen	Gyor	1992	Výstavba nového závodu	Audi TT
Polsko	Fiat	Bielsko-Biala	1991	Investice do existujícího podniku	Seicento Panda
	Volkswagen	Poznaň	1993	Výstavba nového závodu	Transporter Caddy
	Daewoo/FSO	Varšava	1996	Investice do existujícího podniku	Nubira Matiz
	Opel	Glivice	1998	Výstavba nového závodu	Agila,Astra Zafira Wagon R+
Slovensko	Volkswagen	Bratislava	1991	Investice do existujícího podniku	Polo,Touareg Audi Q7, Porsche Cayenne
	PSA	Trnava	2003	Výstavba nového závodu	207
	Kia	Žilina	2004	Výstavba nového závodu	Cee'd Sportage

### 1.2.1 Specifika automobilového průmyslu ve Střední Evropě

Tato podkapitola částečně vychází ze studie firmy Deloitte, která v roce 2016 provedla průzkum týkající se výhod a nevýhod automobilové výroby v zemích střední Evropy. Celkem se zapojilo 72 dodavatelů a 8 automobilových závodů, což již lze považovat za dostatečný vzorek pro získání věrohodných informací. V této studii bylo zahrnuto i Bulharsko a Rumunsko, což by však nemělo nijak zásadně zkreslit výsledky průzkumu, jelikož tyto státy se od zemí Visegrádské čtyřky nijak výrazněji neodlišují.

#### Pracovní síla

V současné době jsou výdaje na zaměstnance jednou z největších položek nákladů firmy, a tudíž je zde logická snaha tyto výdaje snížit na co možná nejnížší hodnotu. Kvůli nižší finanční náročnosti na zaměstnance se středoevropské země často stávají místem pro outsourcing výroby ze států západní a severní Evropy, kde je obecně vyšší životní úroveň, a tudíž i vyšší náklady na mzdy zaměstnanců, jak je vidět na Grafu č. 1. Vhodným příkladem, který ukazuje rozdílnost mezi státy, je porovnání platu dělníka automobilového závodu Volkswagen v Německu a na Slovensku. Momentálně jsou v bratislavském závodě vyráběny nejsložitější typy vozů spadající do kategorie luxusní, což má za důsledek to, že dělníci v tomto závodě jsou nejlépe placeni v rámci celé visegrádské skupiny. Vezme-li se však v úvahu i německý dělník, tak následující poměr měsíčních mezd je: dělník nejvyšší tarifní třídy na Slovensku- 1754 euro; dělník nejnižší tarifní třídy v Německu-2037 euro [1].



Graf č. 1: Vývoj průměrných ročních mezd ve státech Střední Evropy a vybraných státech Západní a Severní Evropy, zdroj:[24]

Navzdory patrnému růstu platů, uvedlo 75 % dotázaných respondentů levnou pracovní sílu jako jednu ze tří hlavních výhod, kvůli kterým si automobilky země střední Evropy vybírají.

V případě České republiky a Slovenska je kvalita zaměstnance navíc podpořena vzděláním, kdy více jak 80 % obyvatel mezi věkem 25-64 má středoškolské vzdělání. Jako přínos je též vnímána technická a řemeslná zručnost, která má u Čechů dlouholetou tradici[21, 8].

Dostupnost kvalifikovaných pracovníků se však v posledních letech snižuje. Tomu i odpovídá nízká úroveň nezaměstnanosti v oblasti a snaha automobilek přilákat zaměstnance z východní Evropy. Současný stav popsal ředitel oddělení obchodu a marketingu ve firmě Deloitte Csaba Wolf slovy: „ Když výrobci a dodavatelé budovali své závody ve střední Evropě, bylo relativně lehké najít dostačující počet kvalifikovaných zaměstnanců, avšak v současnosti je tento úkol čím dál tím obtížnější“ [8].

### Daňový systém a Granty

Již na počátku 90. let došlo v daňových systémech všech zemí Visegrádské čtyřky k velikým změnám za účelem přilákání zahraničních investorů. Hlavním procesem bylo snižování daně ze zisku společnosti. V tomto ohledu vyčnívalo jednoznačně Slovensko, které představilo nový daňový systém na podporu investičních aktivity, který snížil tuto daň z 43% na 29% [26]. V roce 2004 pak daňová reforma zrušila 21 různých typů daní a sjednotila sazbu daně ze zisku společnosti, z přidané hodnoty a ze zisku zaměstnance na 19%. V současné době se sazby daně na Slovensku mírně změnilly, viz. Tabulka č. 3.

Tabulka č. 3: Výše daní ve státech Střední Evropy a vybraných státech Západní a Severní Evropy, zdroj dat:[27]

Daně	Česká republika	Maďarsko	Polsko	Slovensko	Francie	Norsko
daň z příjmů právnické osoby	19%	9%	19%	22%	33.3%	24%
daň z přidané hodnoty	21%	27%	23%	20%	20%	25%
daň z příjmů fyzické osoby	15%	15%	32%	19%	45%	46.9%

Středoevropské státy mají daň z příjmů právnických osob velmi nízkou, což je jeden z nejdůležitějších údajů pro potencionální investory. Přes srovnatelné daňové podmínky je nyní Slovensko v tomto ohledu v mírném vedení. Důvodem je jednoduchost daňového systému, který je v zemi nastaven, poskytující přidanou hodnotu k již tak skvělým daňovým podmínkám[21].

Systému grantů je v Evropské unii chápán jako nástroj k vytváření nových pracovních pozic, renovování průmyslových objektů a rozvoji okrajových regionů [25]. Z průzkumu vyplývá, že ve středoevropských zemích je automobilový průmysl jedním z nejčastěji dotovaných odvětví. Hlavním důvodem, proč se tak děje, je těsná vazba na ekonomiku států a zaměstnanost. Jako příklad je uvedena dotace 170 milionů euro firmě Mercedes Benz, která v Maďarsku postavila závod poskytující 2500 pracovních pozic, nebo 40 milionová (euro) dotace Fiatu na výrobu dieselových motorů v polské Bílsko-Bělá [25]. V případě dotace převyšující 100 milionů euro, musejí středoevropské státy nahlásit tento záměr Evropské komisi, která tuto dotaci schvaluje [25].

### **Geografická poloha a dopravní infrastruktura**

Osobní automobily a lehké užitkové vozy patří mezi hlavní exportní artikly zemí Visegrádské čtyřky [28]. Důležitým parametrem ovlivňujícím samotný vývoz je geografická poloha, kterou mají všechny stát zmíněné aliance dobrou. Česká republika těží z blízkosti dvou atraktivních trhů. Německého, kam míří největší část z celkového vyvezeného množství automobilů [36], a rakouského. V případě Maďarska jsou preferovány geograficky blízké trhy jižní Evropy. Díky dobrému spojení přes Rakousko, však Maďarsko vyváží i do zemí západní Evropy. Polsko je kromě vývozu automobilů též významným exportérem automobilových součástí a to zejména na německý trh, do zemí Baltského moře, Ukrajiny a do států patřících do společenství nezávislých států, např. Arménie, Běloruska, Ruska, Kyrgyzstánu či Uzbekistánu. Slovensko, jako jediné, sousedí se všemi státy střední Evropy. Pro export využívá dobrého přístupu na ukrajinské a východní trhy. Mimo zaměření se na východ, Slovensko vyváží i do západních států, například blízkého Rakouska. Atraktivní poloha pro vstup na evropské trhy byla jedním z hlavních důvodů proč si japonská Toyota a jihokorejský Hyundai vybraly tuto lokalitu pro outsourcing výroby automobilů [28],[30].

Jak již bylo v podkapitole 1.1 zmíněno, pro automobilový průmysl je typické používání moderních metod, ať už se jedná o výrobu či zásobování. Mezi v současnosti nejpoužívanější se řadí logistická technologie Just in Time (JIT), a její modifikace Just in Sequence (JIS). Specifiky těchto technologií jsou vysoká náročnost na kvalitu dopravní infrastruktury a spolehlivost dopravy. Ve středoevropských zemích je celková dopravní infrastruktura o poznání horší, než tomu je v zemích západoevropských. V okolí nových průmyslových oblastí se však stav výrazně lepší a umožňuje firmám tyto moderní technologie používat [25]. Devízou zemí Visegrádské aliance je pak rozmanitost dopravních cest, kdy firmy mohou kromě silniční využít i železniční a vodní dopravu [30,8].

## 1.2.2 Současná situace automobilového průmyslu v zemích

### Visegrádské aliance

Při pohledu na současnou produkci osobních a lehkých užitkových vozidel středoevropských zemí, viz Tabulka č. 4, je až zarážející, jaký pokrok tyto státy udělaly za posledních 26 let. Zaměření se na automobilový průmysl a vstřícný přístup k investorům dopomohly k vytvoření pevné pozice na evropském i světovém trhu, kdy momentálně každý šestý automobil vyrobený v Evropě, má svůj původ v jednom ze států Visegrádské aliance. Samotný nárůst výroby mezi lety 1997 až 2015 byl v Polsku 74%, v Maďarsku 544%, na Slovensku 2296% a v České republice 262%. Pokles zájmu automobilek o středoevropskou oblast se neočekává ani v následujících letech. Stále více značek, i těch nejluxusnějších, přesouvají automobilky do místních závodů. Jako příklad lze uvést nové Audi Q8, které se bude vyrábět v bratislavském závodu koncernu Volkswagen [33].

Kdo by si však myslel, že již neexistuje žádné místo pro zlepšení, tak by se velice mýlil. Největším nešvarem, se kterým se momentálně středoevropské země potýkají, je chápání této oblasti pouze jako evropské montovny. Nejčastěji se toto téma spojuje se Slovenskem, kde není mnoho subdodavatelů a velké procento dílů se musí dovážet. K této situaci přispívá též absence vývojových základen v těchto státech. Výjimkou je pouze Česká republika, kde své zastoupení mají téměř všichni subdodavatelé a je zde i vývojové středisko mladoboleslavské Škody Auto a.s.[60].

Tabulka č. 4: Produkce osobních a lehkých užitkových vozidel jednotlivými státy střední Evropy mezi roky 1997-2015, zdroj dat:[10],[11]

Země	Rok									
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Česká republika	358 624	404 099	372 203	450997	460997	442507	437587	444177	597994	849999
Polsko	376 790	493 500	520 000	502059	352767	307658	12936	75636	623289	708400
Slovensko	41 740	125 380	126 557	181333	181 644	225 442	281 160	223 542	218349	295391
Maďarsko	76 300	89 733	125 889	134 029	140 401	138 239	122 338	118 590	148533	187633
Země	Rok									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Česká republika	849999	931298	939600	979085	1072263	1194981	1174267	1128473	1246506	1298236
Polsko	708400	786825	933027	868729	858972	826225	650744	579055	588478	655640
Slovensko	295391	571071	575776	461340	561933	639763	926555	975000	971160	1000001
Maďarsko	187633	287982	342359	212773	208571	200000	215440	317857	434069	491720

## 1.3 Česká republika

V předcházejících odstavcích byla nastíněna důležitost automobilového průmyslu pro Českou republiku, které se často označuje za „rodinné stříbro“. Tento výraz je zcela oprávněný. Právě výroba motorových vozidel má více jak stoletou tradici a v posledních letech je páteří české ekonomiky, generuje přibližně 7 % HDP, a stabilitou, kterou každá země potřebuje. Vysoká provázanost tohoto odvětví a ekonomiky je ale některými experty vnímána spíše negativně a doporučují rozložení vlivu do více segmentů. Mezi riziky například uvádějí fakt, že většina automobilových závodů je vlastněna zahraničními investory, což má za důsledek odvádění zisků a dividend do zahraničí a také jistou míru nejistoty ohledně budoucího vývoje. Velký vliv automobilového průmyslu je však v současnosti spíše kladem pro české hospodářství [34].

Pro lepší představu současné situace je uvedeno i několik statistických údajů, které dopomohou vykreslit celkový obrázek automobilového průmyslu v České republice. Důvodem proč se k popisu současné situace vychází z dat předminulého roku, je absence zveřejněných dat za rok 2016. Počet zaměstnanců v tuzemských automobilkách a u výrobců automobilových dílů byl 115 351 lidí, což bylo o 4,2 % více, než tomu bylo v roce předchozím [35]. Růst byl zaznamenán i ve výrobě, jak vyplývá z tabulky č. 4, která dosáhla své historicky nejvyšší hodnoty a to téměř 1,3 milionů automobilů. Většina z vyrobených vozů a automobilových součástek byla exportována do zahraničí, zejména na německý, francouzský a britský trh [36]. Celková utržená suma z exportovaného zboží byla 31 447 634 598 dolarů [31], což tvořilo 85,5 % z celkových tržeb tohoto odvětví. Zdravý růst automobilové průmyslu se odrazil i v platovém ohodnocení, kdy průměrná měsíční mzda 33 274 korun byla o čtvrtinu vyšší nad celostátním mzdovým průměrem [37].

### 1.3.1 Významní výrobci osobních automobilů na území České republiky

V této podkapitole jsou uvedeny základní informace o hlavních výrobcích automobilů v České Republice.

Škoda Auto:

- Značka byla založena v roce 1894 a původně se jmenovala Laurin & Klement
- V současnosti člen nadnárodní skupiny Volkswagen
- 11 závodů v 5 státech v Evropě a i v Asii
- Export do 100 zemí světa
- Čistý zisk v roce 2015 byl 19,1 miliardy korun



- Podíl na celkové výrobě osobních automobilů v České republice v roce 2015 byl 56,7%
- Počet zaměstnanců v roce 2015 byl 26 646
- Přeprava nových automobilů: 60% železniční doprava, 40 % silniční doprava

Zdroj:[35],[38],[39],[40],[41]

#### Hyundai Motor Manufacturing Czech

- Spadá pod koncern Hyundai
- Výstavba výrobního závodu v průmyslové zóně Nošovice v roce 2006
- Jeden z hlavních důvodů, proč byla vybrána Česká republika, je blízkost sesterského závodu Kia ve slovenské Žilině
- Podíl na celkové výrobě osobních automobilů v České republice v roce 2015 byl 26,4 %
- Čistý zisk v roce 2015 byl 5,5 miliardy korun
- Počet zaměstnanců v roce 2015 byl 3400
- Přeprava nových automobilů: 30% železniční doprava, 70 % silniční doprava

Zdroj:[35],[38],[42],[43]

#### Toyota Peugeot Citroën Automobile (TPCA)

- Společný podnik japonské Toyota Motor Corporation a francouzské PSA Group
- Výstavba výrobního závodu u Kolína v roce 2005
- Výroba hlavně městských vozů, např. Toyota Aygo, Peugeot 108 nebo Citroën C1
- Podíl na celkové výrobě osobních automobilů v České republice v roce 2015 byl 16,9 %
- 99% vyrobených automobilů exportují do zahraničí
- Tržby v roce 2015 byly 39,3 miliardy korun (zisk nebyl veřejně publikován)
- Počet zaměstnanců k roku 2015 byl 3000
- Přeprava nových automobilů: 30% železniční doprava, 70 % silniční doprava

Zdroj:[35],[38]

### 1.3.2 Porovnání České republiky a ostatních významných světových výrobců

I přes malou rozlohu a menší počet obyvatel se Česká republika v průběhu 21. století dostala mezi nejužší špičku světových automobilových výrobců. V roce 2015 se umístila na 16. místě dle roční produkce motorových vozidel a na 12. místě dle roční produkce osobních automobilů s 1,89% podílem na celkové světové produkci [32]. Při pohledu na více relevantní

údaj, a to počtu vyrobených automobilů na 1000 obyvatel za rok, který eliminuje geografický faktor a hustotu zalidnění, se Česká republika posouvá na druhou pozici hned za vedoucí Slovensko, s hodnotou 118 automobilů [44].

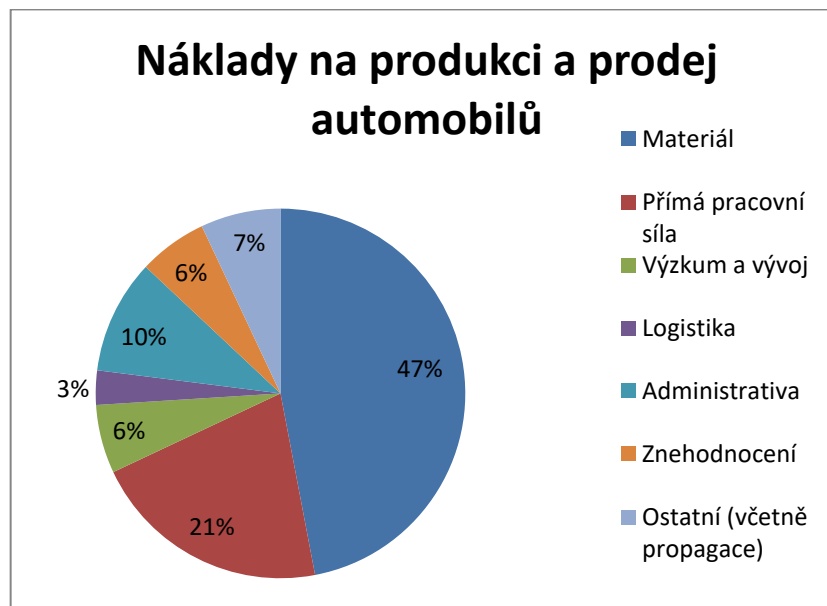
Ze všech informací o automobilovém průmyslu v České republice, které byly v průběhu první kapitoly zmíněny, je očividné, že pro Čechy je tento sektor průmyslu něčím víc. Vztah Čechů k řemeslu a technice dokládá i rčení „zlaté české ručičky“, potvrzující všeobecně uznávanou zručnost a preciznost. Osobní vztah, zejména k národní značce Škoda, je pak alfou i omegou celého výrobního procesu, jehož výsledkem je špičkový vůz, který obstojí i ve srovnávání i s těmi nejlepšími.

## 2. Předpokládaný vývoj automobilového trhu a jeho dopady na logistiku

Doprava byla již od počátků automobilového průmyslu nezbytnou součástí jednak výrobního, tak i následujícího prodejního procesu. Schopnost přemístit materiál nebo hotový výrobek ze skladu či výrobní linky, do cílové lokality, kde je žádán, bylo, je a bude nezbytností pro samotné fungování firmy, a je jedno jestli si přepravu provádí firma sama nebo ji outsourcuje. Samotná změna polohy zboží v prostoru přidává výrobku určitou hodnotu, která se označuje jako přínos místa. Druhým benefitem vznikajícím provozováním dopravy je přínos času. Doba přepravy a její spolehlivost jsou hlavními parametry rozhodujícími o včasném dodání a pravidelnosti plnění, což jsou z pohledu zákazníka faktory ovlivňující jeho spokojenost. Je patrné, že doprava ovlivňuje, ať už přímo či nepřímo, nejrůznější odvětví, logistikou počínaje a řízením vztahů se zákazníkem konče. Těsnou provázanost lze pozorovat například u výrobních hal a vysokokapacitních dopravních sítí s dobrou dostupností ze závodu, či u vlastností a designu výrobku ve vztahu k zvolenému dopravnímu druhu [50].

Pod pojem logistika, který byl zmíněn výše, lze zahrnout veškeré procesy od samotné výrobní logistiky, včetně dodávek surovin, až po finální doručení výrobku zákazníkovi. Tyto procesy pak tvoří logistický řetězec, kdy mezi jeho aktivní prvky lze zařadit dopravu, skladování materiálu a hotových výrobků, manipulaci s materiálem a hotovými výrobky či jejich nakládku a vykládku. Pasivními prvky pak jsou samotný materiál, hotový výrobek, vzniklý odpad či informace.

S logistickými procesy se pojí i značné náklady, kdy doprava zaujímá jednu z největších položek. V případě automobilového průmyslu není podíl dopravy na celkové ceně tak markantní jako u produktů s nízkou hodnotou (písek, uhlí), avšak při celkové sumaci nabývají tyto náklady vysokých hodnot. Jak vyplývá z grafu č. 2, tak největšími náklady na automobil jsou materiál, pracovní síla, administrativa a výzkum a vývoj. Podíl logistiky na celkových nákladech na vozidlo se pohybuje kolem 3 %. Pod pojmem znehodnocení se ve vztahu ke grafu 2, myslí pokles hodnoty měny v dané lokalitě prodeje [50].



Graf č. 2: Náklady na produkci a prodej automobilů, zdroj:[51]

Náklady na přepravu jsou určovány dvěma hlavními faktory, a to faktory související s vlastnostmi výrobku a faktory související s vlastnostmi trhu. Co se týče vlastností výrobku, tak ty lze rozdělit do čtyř základních skupin:

- **Hustota** - zkoumá se hlavně poměr hmotnosti výrobku a objemu, který výrobek zabírá. Dle tohoto kritéria se převážené zboží dělí na výrobky těžké a lehké vzhledem ke své velikosti. Obecně jsou preferovány druhy zboží, jejichž poměr je vysoký a následné přepočítání nákladů na převezenou hmotnost vychází nižší. V druhém případě se často stává, že dopravní prostředky tzv. „vozí vzduch“
- **Skladovatelnost výrobku** - zde se zkoumá, jak dokáže daný výrobek či materiál vyplnit prostor určený pro přepravu v daném dopravním prostředku. Automobily se v této kategorii řadí do skupiny výrobků s velkým podílem nevyužitého prostoru, což je zapříčiněno ne příliš vhodným tvarem karoserie a absencí možnosti skládat vozy přímo na sebe.
- **Obtížnost manipulace**
- **Ručení** - dělení výrobků dle jejich finanční hodnoty, kdy náklady na přepravu jsou vyšší u dražšího zboží z důvodu větší náchylnosti na poškození či hrozbě odcizení. Zde narážíme u automobilů na fakt, že toto specifické zboží není při přepravě chráněno obalem, a tudíž je riziko poškození vyšší. [50]

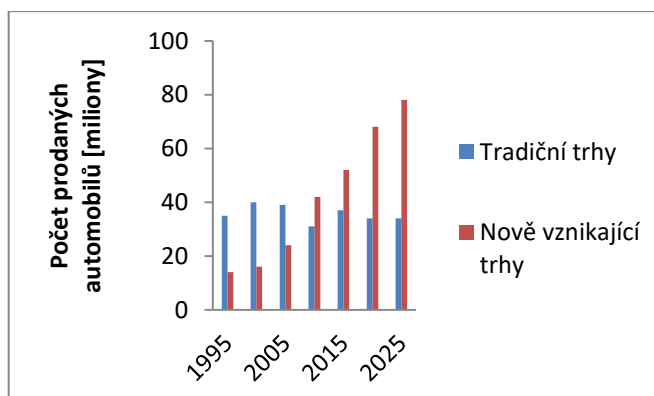
Faktory týkající se charakteru trhu tvoří zejména míra konkurence v nabízených dopravních službách, vzdálenosti přepravy zboží, legislativa států v oblasti regulací týkající se dopravy, pravidelnost přepravy (sezónnost), srovnatelnost dopravy ve směru na daný trh a z daného trhu a charakter přepravy z hlediska území (vnitrostátní a mezinárodní) [50].

Metodu pokrytí nákladů vzniklých uskutečněním přepravy zboží si může dopravce zvolit sám. Buď může zvolit kalkulaci ceny na základě nákladů, nebo poptávky. U první metody je výše účtované ceny určena fixními a variabilními náklady a přiměřeným ziskem. Výsledná požadovaná částka pak pokrývá veškeré výdaje firmy. Tento způsob kalkulace je preferován z důvodu nižší finální výše ceny, jenž je nejvíce ovlivňována množstvím přepravovaného zboží a přepravní vzdáleností. Největší obtíž při zvolení této metody je správné vyčíslení nákladů, což ne vždy je jednoduchý úkol, a zajištění odpovídajícího objemu zboží, aby došlo k rozpočítání fixních nákladů na co největší množství výrobků a tím se snížila cena odpovídající přepravě jednoho výrobku. Druhou metodou pak je stanovení ceny, jejímž základem je cena přepravy. Konečná cena se odvíjí od poptávky po přepravě dané komodity a konkurence na trhu [50].

### Očekávaný vývoj automobilového průmyslu a jeho dopady na logistiku

Do roku 2030 je očekávaný celosvětový dvouprocentní meziroční nárůst prodeje automobilů na konečnou hodnotu 4,000 miliard dolarů. Pokles růstu z hodnoty 3,6 %, která byla konstantně držena během posledních let, je primárně způsoben makroekonomickými faktory a očekávaným vzestupem car sharingu a e-hailingu. Setrvání v kladném růstu je zajištěno celosvětovým makroekonomickým rozvojem, jehož důsledkem je mimo jiné nárůst počtu obyvatel spadajících do střední třídy, a tudíž i zvýšení počtu potenciálních zákazníků. Největšími zákazníky by se měly stát tzv. emerging markets, v překladu nově vznikající trhy, mezi které se řadí Čína, Indie, či Brazílie. V roce 2025 by měl být počet prodaných automobilů na těchto trzích dvakrát vyšší, než na tradičních trzích viz Tabulka č. 5 [55].

Tabulka č. 5: Vývoj prodeje automobilů na tradičních a nově vznikajících trzích; zdroj dat:[55]



V následujících letech se neočekávají žádné ústupky v oblasti produkce skleníkových plynů a pevných částic, ba naopak pokračující zpříšňování. Vyšší nároky na ekologičnost provozu budou nutit automobilky k přechodu na pohonné jednotky využívající alternativní druhy paliva nebo k vývoji motorů s efektivnějším vnitřním spalováním. Do roku 2025 se předpokládá, že celá čtvrtina automobilů bude poháněna elektřinou, což je oproti dnešním 5 % znatelný nárůst. Většina z těchto vozidel bude patřit do kategorie hybrid, a tudíž nedojde k úplnému oproštění od fosilních paliv. Výsledný podíl vozů, které ať už úplně či částečně budou závislé na neobnovitelných zdrojích, by se měl pohybovat kolem 95 %. Momentálně jsou hlavními problémy elektromobilů krátká dojezdová vzdálenost a vysoká cena. Obě tyto problematiky mají přímou návaznost na baterie, které slouží jako zdroj energie a představuje přibližně 50 % z prodejní ceny automobilu. Na počátku března roku 2017 se objevilo možné řešení v podobě nového akumulátoru vynalezeného Johnem Goodenoughem. Mezi hlavní výhody baterie patří trojnásobná kapacita oproti současným modelům, vysoká rychlost nabíjení, vysoká životnost baterie (až 1200 nabití) a odolnost baterie vůči vnějším podmínkám, kdy dokáže uchovávat a vydávat elektřinu i v teplotách blížících se  $-20^{\circ}\text{C}$ . Aspekt ceny by měl být regulován i prostřednictvím vlád jednotlivých států. Příkladem může být Japonsko, které chce do roku 2025 mít na svém trhu elektromobil s požadovanou konečnou cenou 18 000 dolarů, což by vedlo k zvýšení konkurenceschopnosti, hlavně ve srovnání s populárními hybridy [53, 55].

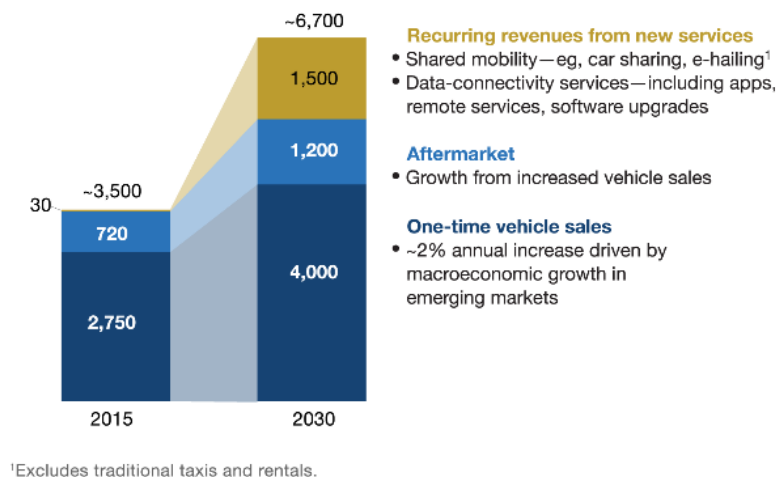
K inovacím by mělo dojít i v oblasti materiálů a IT. V současnosti již známe materiály jako hliníkové slitiny či uhlíkové vláknové kompozity, v nichž se snoubí lehkost a zároveň i tvrdost, což se pozitivně projevuje na spotřebě vozu a na celkových jízdních vlastnostech, avšak kvůli jejich vysoké ceně se používají jen u prémiových vozů. Jen pro představu, kilogram hliníkové slitiny je ve srovnání s klasickou ocelí šestkrát dražší a v případě uhlíkového vláknového kompozitu je cena za kilogram vyšší čtyřicetkrát. Hlavním úsilím tedy bude celkové zlevnění těchto high-tech materiálů a následné používání i v komerční výrobě [55].

V případě IT je oblast progresu poněkud širší. Novodobé automobily by měly disponovat systémy, jež by umožňovaly vzájemnou komunikaci mezi vozy, označovaná jako vehicle-to-vehicle (V2V). Hlavním přenášeným obsahem by byla rychlost vozidla, směr cesty, plynulost provozu a informace o stavu vozovky a počasí. Automobil by své nejbližší okolí informoval i o nečekaném brzdění, své poloze na horizontu a nepřehledných úsecích. Samotné fungování na bázi V2V by mělo výrazně snížit počet nehod na silnicích a náklady na ně vynakládané (momentálně přibližně 3 % světového hrubého domácího produktu). Touto technologií by mělo být do roku 2020 vybaveno více jak 75 % všech vozidel. Druhým pomyslným stupněm je pak fungování na principu vehicle-to infrastructure (V2I). Zde by se měla vozidla

automaticky připojovat k chytrým komunikacím a světelnému značení a skrze ně poskytovat data a zároveň získávat aktuální dopravní informace a navigační systém. Systém by pak ze sdílených dat dokázal redukovat vznikající kongesce a snižovat dojezdové časy skrze město. Očekávané je též zavedení automatizovaných vozidel do běžného provozu. Prozatím se počítá se semi-automatizovanými automobily, které by umožňovaly řidiči převzít řízení v případě vzniku kritické situace. Tento typ vozů by se mohl na silnicích objevit do 1-2 let. Při pohledu do vzdálenější budoucnosti, konkrétně do roku 2035, se dle současných odhadů předpokládá 17 % podíl semi-automatizovaných a 16 % podíl zcela automatizovaných vozů na celkovém počtu nově prodaných vozidel v tomto roce [55], [56].

Již v nynější době je trend vyrábět spíše automobily s robustnějším typem karoserie poskytující jednak větší bezpečnost posádky tak i více prostoru pro přídatné zařízení. S ohledem na vzestup vozidel s hybridním pohonem, kdy automobil disponuje jak klasickým naftovým motorem, tak i elektromotorem, a tendence výrobců stále do vozů přidávat další a další podpůrné systémy lze předpokládat, že se rozměry tak i váha vozidel budou i nadále zvětšovat.

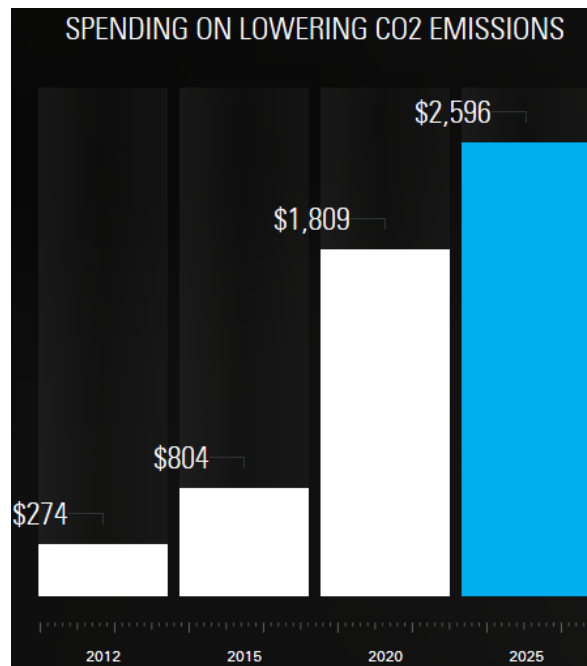
V prvním odstavci této kapitoly byly mezi důvody, jež povedou ke snížení produkce automobilů, uvedeny car sharing a e-hailing. Vzestup těchto nekonvenčních přístupů k přepravě by v případě car sharingu měl vést k fungování na principu „plat, jen když užíváš“. Jen pro představu, tato časová perioda se v průměru rovná 5 % ze dne a je převážně vyplněna dojížděním a krátkými cestami během dne. Úspěšné zavedení by snižovalo počty vozidel v ulicích měst a s tím spojenou redukcí škodlivých látek, hluku, vibrací atd. Dle současných odhadů by v roce 2030 měl být každý desátý automobil sdílený a v roce 2050 dokonce každé třetí. Momentálně je možnost tento trend pozorovat v Německu a Severní Americe, kde je zaznamenávaný 30 % meziroční nárůst během posledních pěti let. Výsledkem těchto inovativních přístupů k přepravě může být i upravení samotného dopravního prostředku speciálně pro provozování e-hailingu, kdy si zákazník objednává taxi, či jiný druh dopravního prostředku skrze mobilní aplikaci. Zavedené změny by se mohly týkat např. pasažérova komfortu, odolnosti vozu, či dojezdové vzdálenosti. Finanční interpretace vývoje sdílené mobility, prodejů nových automobilů a trhu s náhradními díly, službami a servisem je uvedena na grafu č. 3 [55], [57].



Graf č. 3: Finanční interpretace vývoje sdílené mobility, prodejů nových automobilů a trhu s náhradními díly, službami a servisem vyjádřeno v miliardách dolarů, zdroj:[57]

Vlivy na logistiku se budou různit podle části logistického řetězce, o kterou se jedná. Zhoršení podmínek se dá předpokládat u dodavatelů komponentů. Přirozeností automobilových koncernů bude snaha o zachování přijatelných cen automobilů, které budou pravděpodobně v důsledku používání nových materiálů, alternativních pohonných agregátů, IT systémů a mnoha dalších technologií přirozeně růst. Uvádí se, že úpravy vozidla vedoucí k snižování emisí, např. motory s efektivnějším spalováním, budou vytvářet dodatečný náklad v odhadované výši 2500 dolaru, viz graf. 4, což se projeví i ve výsledné ceně vozu. Jedním z možných řešení narůstajících nákladů je tedy snížení finančního ohodnocení dodavatele, který se jen málokdy může bránit. Důvodem pro toto tvrzení je fakt, že pro mnohé dodavatele je automobilový koncern stěžejním zákazníkem, na němž jsou z velké části existenčně závislí. Snížení může být však dvojsečné, zhoršení podmínek na straně dodavatele může vést k zhoršení kvality komponentů či spolehlivosti dopravy dodávek. Oproti tomu firmy, které zajišťují distribuci vozidel, mezi něž patří i firma „T“, by měly těžit ze stabilní pozice podpořené růstem. Pokroku by se měly dočkat i virtuální procesy logistiky, tedy informační toky. Zde je neočekávanější událostí zavedení 5G připojení, které by mělo poskytovat vyšší přenosovou rychlost cca. 1 GB/s (momentálně ve zkušebním provozu až 10 GB/s), velmi rychlou odezvu umožňující práci v reálném čase a možnost zapojení více zařízení do sítě. Výrobci vozidel očekávají, že nové připojení bude možné užívat pro vzdálené řízení údržby nebo udržování aktuálnosti softwaru palubních systémů. Vzdálený přístup k automobilům značně zredukuje reverzní logistiku, kdy majitelé vozů museli v pravidelných intervalech navštěvovat autorizované servisy kvůli upgradu systémů. Nový druh připojení je též základním stavebním kamenem komunikace Car-to-X, tedy výměny dat mezi vozidlem a ostatními subjekty, jehož součástí jsou i výše zmíněné komunikace V2V a V2I [55],[58],[59].





Graf č. 4: Náklady na snižování CO2 emisí vztažené na jeden automobil, zdroj:[55]

Skutečný vývoj v následujících několika letech se dá jen stěží předpovídat. Všechny výše zmíněné informace jsou pouze domněnkami, které byly vyvozeny na základě současných stavů a předpokladů. Samozřejmě je zde oprávněný předpoklad, že k jejich naplnění dojde, ale nesmí se zapomínat na proměnné s přímým vlivem na automobilové odvětví, jejichž výskyt se dá jen stěží prognózovat, ale dopad je zásadní. Jako příklad můžeme uvést finanční či ekonomickou krizi, jež automobilový průmysl zasáhla před pár lety a zásadně ovlivnila všechny dílčí části procesu, od výroby až po prodej.

### 3. Aspekty ovlivňující přepravu osobních a lehkých užitkových vozidel

Kapitola se primárně zabývá nejdůležitějšími smlouvami a doložkami upravující vztahy v mezinárodní přepravě zboží využívající kamionovou dopravu. Na tento specifický typ dopravy se zaměřuje z toho důvodu, že je jednou z nejčastějších voleb při přepravě motorových vozidel a vzhledem k tématu této bakalářské práce je typem stěžejním. Mimo jiné je to i druh dopravy využívaný výše zmíněnou firmou „T“, což dává další důvod k bližšímu pohledu na tuto problematiku. Na závěr se jen okrajově zmiňuje o současné mezinárodní politice, konkrétně o sankcích vůči Rusku a jejich dopadech na tamější automobilový trh.

Přeprava zboží s využitím silniční dopravy se jen stěží spokojí s oblastí vymezenou hranicemi domovského státu. Snaha firmem expandovat na zahraniční trhy, za účelem vybudování silné pozice i na mezinárodní scéně, přímo dopomáhá k rozvoji mezinárodní přepravy mezi dotčenými destinacemi. V rámci Evropy jsou pak tyto tendence navíc podpořeny volným pohybem zboží mezi členskými státy Evropské unie, což značně zjednodušuje přepravní proces.

I mezinárodní silniční přeprava řídit stanovenými pravidly a předpisy. V nejširším úhlu pohledu se smlouvy, tato pravidla a předpisy definující, dělí na bilaterální a multilaterální. V případě první jmenované se smlouva týká pouze dvou zúčastněných států. V druhém případě je pak počet států, pro které smlouva platí, vyšší jak dva [6].

#### 3.1 Bilaterální smlouvy

Do této skupiny spadají pouze mezivládní dohody o mezinárodní silniční dopravě. Hlavním předmětem těchto dohod je stanovení vzájemných kontingentů (počtů) zahraničních vstupních povolení. Vlastnictví tohoto dokladu pak dovoluje dopravci využít jeho dopravní prostředek na území cizího státu, který toto vstupní povolení vydal. Jelikož jsou počty vydaných vstupních povolení limitovány, dá se říct, že do jisté míry přímo ovlivňují mezinárodní činnost dopravců a tím i export a import dané země. Z pohledu státu vydávajícího povolení je pak limitované množství jedním ze způsobů ochrany tuzemského hospodářství [6].

Stanovený počet povolení, který si země navzájem poskytnou, se udává většinou na jeden kalendářní rok, s tím, že se počet povolení při oboustranném zájmu dá navýšit. V případě České republiky existují tyto dohody téměř se všemi evropskými státy a i s některými mimoevropskými. V případě evropských partnerů navíc platí výjimka pro nákladní vozidla s užžitnou hmotností do 3,5 tuny nebo s celkovou hmotností do 6 tun, která tato povolení

nepotřebují. Důležitým orgánem, který poskytuje informace a řeší případné spory ohledně dodržování těchto dohod, je smíšená komise. Komise je složena z pracovníků ministerstev dopravy a zástupců národních svazů dopravců a zasedá povětšinou jednou do roka[6].

Důležitým předmětem diskuze mezi státy je druh zahraničních vstupních povolení, který je použit. Povolení mohou být členěna jednak dle časové platnosti, dle druhu realizované přepravy a dle povolení CEMT, což jako jediné povolení má multilaterální charakter. Dalo by se říci, že multilaterální povolení CEMT je ze všech druhů zahraničních povolení to nejlepší. Platnost ve všech členských státech majících povolení CEMT, až na jisté výjimky, poskytuje dopravcům možnost třetizemní přepravy bez jakýchkoliv omezení. Pro ozřejmění výrazu třetizemní přeprava, se jedná o „přepravu MKD(Mezinárodní kamionová doprava) vozidlem jednoho státu ze státu druhého do státu třetího. Jde tedy o podnikání cizího dopravce na cizím dopravním trhu“. Nejběžnější časová platnost těchto povolení je jeden reálný měsíc, nebo jeden kalendářní rok [6].

## 3.2 Multilaterální smlouvy

### 3.2.1 CMR

V roce 1956 byla v Ženevě uzavřena dohoda CMR(z francouzského Convention Marchandise Route), jež definovala jednotná pravidla pro mezinárodní silniční přepravu a podobu mezinárodního silničního nákladního listu. Vliv této dohody je omezen pouze na smlouvy o přepravě zboží silničním vozidlem za úplat, ve kterých je místo odesílatele zboží v jiném státě než místo příjemce zboží a kdy alespoň jeden ze států je členem dohody CMR. Z předchozí věty vyplývá, že se dohoda CMR nevztahuje na vnitrostátní silniční dopravu. Platnost této dohody nezaniká ani v případě, že se na některé z částí dopravní cesty využije i jiného druhu dopravy, například železniční, námořní, letecké nebo vnitrozemské vodní. Jediná podmínka, která musí být při takto kombinované dopravě dodržena, je nepřekládání zboží z vozidla. Tato doprava se následně označuje jako intermodální. V případě poškození, částečné nebo úplné ztráty či zpožděného dodání zboží během období mezi převzetím zásilky a jejím předáním, je za vzniklé škody odpovědný dopravce a musí vzniklou škodu uhradit. Výjimkou jsou pouze poškození či ztráty vzniklé při intermodální dopravě, které byly způsobeny událostí nesilničního charakteru, a dopravce na vzniku této události neměl žádné přičinění. Co se týče objednatele, tak ten je povinen dopravci proplatit veškeré extra výlohy vzniklé v průběhu cesty, které však nevznikly dopravcovým zaviněním. Samotná dohoda žádným způsobem neupravuje způsob řešení případných soudních sporů s odkazem na právní systém státu dopravce. Není definována ani jednotná podoba smlouvy uzavírané mezi dopravcem a odesílatelem [29][6].

Stěžejní dokument potvrzující uzavření přepravní smlouvy mezi odesílatelem a dopravcem a převzetí zásilky dopravcem je nákladní list CMR. V případě, že je jako stvrzující doklad využit právě tento list, automaticky se též účastníci smlouvy zavazují k dodržování výše zmíněné dohody. Aby nedocházelo k nepříjemným komplikacím, tak absence či chybné vyplnění nákladního listu nijak nezpochybňuje platnost přepravní smlouvy jako takové, a tudíž i nadále podléhá dohodě CMR. K dodržení předepsané formy musí nákladní listy obsahovat následující povinné údaje [29]:

- Místo a datum vystavení
- Jméno a adresu odesílatele
- Jméno a adresu dopravce
- Místo a datum převzetí zásilky a místo jejího určení
- Jméno a adresu příjemce
- Obvyklé pojmenování povahy přepravované věci a druh obalu
- Počet kusů, jejich zvláštní značky a čísla
- Hrubou hmotnost zásilky nebo jiným způsobem vyjádřené množství zboží
- Náklady spojené s přepravou
- Pokyny potřebné pro úřední jednání
- Údaj o tom, že přeprava i přes jakoukoliv opačnou doložku podléhá dohodě CMR
- Podpis a razítko obou smluvních stran [29]

Za správné vyplnění nákladního listu CMR a předání všech potřebných dokumentů je odpovědný odesílatel a dopravci není uložena žádná povinnost správnost těchto listin ověřovat. Případné postihy, plynoucí z těchto pochybení, jdou na vrub odesílateli, pokud nedošlo například k zničení dokumentů dopravcem [6].

### 3.2.2 AETR

Další důležitou smlouvou v mezinárodní přepravě zboží je evropská dohoda o práci osádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě tzv. AETR, jež byla uzavřena dne 1. července roku 1970 v Ženevě. Hlavním předmětem této dohody bylo vytvoření závazných pravidel, dle kterých se řidiči kamionových vozidel musejí řídit a dodržovat je. Platnost této dohody se vztahuje na všechny dopravce a osádky mezinárodní silniční dopravy, v případě že vozidlo, jež využívají k přepravě, spadá do dané kategorie a je registrováno ve státě, který dohodu AETR podepsal. Jelikož dodržování těchto předpisů přímo souvisí s bezpečností na silnicích, jsou řidiči často podrobováni náhodným kontrolám, při nichž se zkoumají tachografy- dříve kolečka papírová, dnes již digitální tachografy s magnetickou čtečkou a čipovou kontrolou řidiče. Tyto nosiče zaznamenávají všechny důležité informace o vozidle např. dobu řízení, rychlost vozidla či ujetou vzdálenost. V případě porušení předpisů jsou dle

závažnosti ukládány finanční postihy či jiné tresty. V některých státech je porušení dohody AETR vnímáno jako trestný čin, což může mít za následek veřejně prospěšné práce, ba dokonce odnětí svobody. Nejčastějším důvodem vedoucí řidiče k porušování předpisů, a to hlavně dodržování povinných bezpečnostních přestávek, je včasné dodání nákladu a z toho plynoucí bonusy. Tyto negativní stimuly z řad dopravců, kdy odměny nutí řidiče operovat na hraně a někdy i za hranou zákona jsou samozřejmě zakázány, ale jejich dokazování dopravcům je značně složitým procesem [6].

Samotnou bezpečnostní přestávku lze chápat jako dobu, během které se řidič nevěnuje řízení ani nakládání či vykládání zboží a vykonávané činnosti vedou k regeneraci a nabírání sil. Řidič musí takovou přestávku provádět po 4,5 hodinách řízení s minimální dobou trvání 45 minut. Tyto přestávky se nesmějí počítat do denního odpočinku. Denní odpočinek se dá rozdělit na zkrácený a nezkrácený. Jestliže se řidič rozhodne pro zkrácený denní odpočinek tak musí v průběhu každého dne absolvovat jedenáctihodinovou nepřetržitou přestávku. V průběhu týdne smí řidič tuto přestávku zkrátit maximálně třikrát na minimální dobu 9 hodin. Vzniklý časový deficit musí být nahrazen odpovídající dobou odpočinku během následujícího týdne. V případě druhém nedochází ke krácení odpočinků v průběhu týdne. Řidič smí rozdělit denní odpočinek na dvě až tři části, kdy jedna z nich musí trvat minimálně osm po sobě jdoucích hodin. Jestliže řidič praktikuje tuto možnost, tak se denní odpočinek navyšuje o jednu hodinu na dvanáct hodin. Kromě denního odpočinku musí řidič dodržovat i odpočinek týdenní, kde se opět může vybírat mezi několika variantami plnění[6].

Samotná posádka jízdní soupravy se může skládat i z více řidičů, kdy jednou z podmínek je plnoletost všech členů posádky. Jestliže je vozidlo těžší jak 7,5 tuny tak z bezpečnostních důvodů vztahujících se na zkušenost řidiče je věková hranice posunuta na 21 let. Výhodou vícečlenné posádky (2+) je nižší nárok na denní odpočinek, kdy se řidiči mohou průběžně střídat v řízení a dle dohody AETR je požadován pouze osmihodinový souvislý odpočinek během každých třiceti hodin. Toto pravidlo se vztahuje na všechny členy posádky. Další vhodným způsobem pro efektivní využití denního odpočinku je využití Ro/la či Ro/Ro, kdy řidič využívá k přepravě kamionu v prvním případě vlak a v druhém trajekt. Během této doby se řidič nevěnuje řízení a ta může za určitých pravidel být brána jako denní odpočinek [6].

Tak jako v předchozích případech se dohoda AETR nevztahuje na všechny mezinárodní silniční nákladní dopravy. Výjimkou jsou například:

- Vozidla pro přepravu nákladu, jejichž celková hmotnost včetně návěsů a přívěsů je maximálně 3,5 tuny
- Vozidla, která jsou používána ozbrojenými silami, civilní obranou policí nebo požárními sbory

- Vozidla, která jsou používána na zvláštní činnosti např. údržba a oprava kanalizace, plynu, odvoz a likvidace odpadků atd.
- Vozidla používaná pro lékařské účely

Zdroj:[6]

### 3.3 Incoterms

Soubor doložek Incoterms byl vydán v roce 1923 v Paříži, kdy hlavním cílem bylo vytvoření pravidel pro výklad dodacích doložek k sjednaným mezinárodním kupním smlouvám. V průběhu 20. a 21. století došlo k mnohým změnám a úpravám v obsahu Incoterms, kdy poslední aktualizace proběhla v roce 2010 a týkala se multimodální dopravy v mezinárodním obchodě. Navzdory mezinárodní právní uznatelnosti není tento soubor doložek normou, a tudíž právně závazný je až po dohodě obou smluvních stran. Hlavními benefity plynoucími z Incoterms jsou odstranění nedorozumění plynoucích z jazykové různorodosti, rozdílnosti výkladů a definování povinností kupujícího a prodávajícího [29][45].

V současnosti existuje 13. doložek. V silniční dopravě se používají zejména tyto doložky:

- EX WORKS [EXW]
  - K předání zboží dochází v závodu prodávajícího
  - Kupující hradí dopravní náklady
  - Kupující zajišťuje dovozní licence a celní formality
  - Kupující přebírá riziko za zboží v okamžiku, kdy prodávající dá toto zboží k dispozici
  - Vývozní licence a celní formality platí kupující

Zdroj:[29],[45]

- FREE CARRIER [FCA]
  - Prodávající je odpovědný za zboží dokud jej nenaloží na dopravní prostředek prvního dopravce, který byl vybrán kupujícím
  - Vývozní licence a celní formality platí prodávající
  - Dopravní náklady od dokončení nakládky platí kupující
  - Kupující zajišťuje dovozní licence a celní formality

Zdroj:[29],[45]

- CARRIAGE PAID TO [CPT]
  - Prodávající je odpovědný za zboží dokud jej nepředá prvnímu dopravci
  - Vývozní licence a celní formality platí prodávající
  - Prodávající hradí dopravní náklady
  - Kupující zajišťuje dovozní licence a celní formality

Zdroj:[29],[45]

- CARRIAGE AND INSURANCE PAID TO [CIP]
  - Prodávající je odpovědný za zboží dokud jej nepředá prvnímu dopravci
  - Prodávající je povinen zřídit pojištění zboží a to na vlastní náklady
  - Vývozní licence a celní formality platí prodávající
  - Prodávající hradí dopravní náklady
  - Kupující zajišťuje dovozní licence a celní formality

Zdroj:[29],[45]

- DELIVERED AT FRONTIER [DAF]
  - K předání zboží dochází na hranicích na konkrétním hraničním přechodu
  - Prodávající je odpovědný za zboží dokud jej nedá k dispozici kupujícímu na dohodnutém hraničním přechodě
  - Vývozní licence a celní formality platí prodávající
  - Prodávající hradí dopravní náklady
  - Prodávající je povinen zřídit pojištění zboží a to na vlastní náklady
  - Kupující zajišťuje dovozní licence a celní formality

Zdroj:[29],[45]

- DELIVERED DUTY UNPAID [DDU]
  - Prodávající je za zboží zodpovědný tak dlouho dokud jej nedá k dispozici kupujícímu v dohodnutém místě v zemi dovozu
  - Vývozní licence a celní formality platí prodávající
  - Prodávající hradí dopravní náklady
  - Kupující zajišťuje dovozní licence a celní formality

Zdroj:[29],[45]

- DELIVERED DUTY PAID [DDP]
  - Prodávající je za zboží zodpovědný tak dlouho dokud jej nedá k dispozici kupujícímu v dohodnutém místě v zemi dovozu
  - Vývozní licence a celní formality platí prodávající
  - Prodávající hradí dopravní náklady
  - Prodávající zajišťuje dovozní licence a celní formality

Zdroj:[29],[45]

### **3.4 Vliv mezinárodní politiky- Mezinárodní sankce vůči Rusku v roce 2014**

Cílem této podkapitoly je ukázat jak politika v kombinaci s dalšími jevy může ovlivnit automobilový průmysl a udělat z velmi perspektivních vyhlídek úplný opak, tak jako se tomu stalo v Rusku během roku 2014.

Tento rok byl pro Rusko zcela zlomovým. Pád rublu v důsledku nízkých cen ropy, příjmy z prodeje této suroviny tvoří přibližně polovinu státního rozpočtu, a uvalené sankce ze strany EU a USA na ruský trh jako odpověď na vojenskou invazi na ukrajinský poloostrov Krym se velmi negativním způsobem podepsaly na propadu automobilového průmyslu. Nestabilita země a měny vyvolala zvyšování cen automobilů a snížení koupěschopnosti obyvatel, což se reflektovalo i v počtu nově koupených osobních a lehkých užitkových vozidel, jak je vidět na tabulce č. 6. Prodej automobilů klesl oproti předchozímu roku o 10 % a zisky z prodeje v porovnání s obdobím 2010-2012 klesly o 22%. I přes tyto obtíže byl ruský automobilový trh v roce 2014 tím největším ve východní Evropě s celkovým podílem 66% na počtu prodaných nových automobilů [46].

Prognózy před rokem 2014 předpovídaly ruskému automobilovému trhu, na základě raketového růst v průběhu předešlých pěti let, převzetí postu největšího evropského automobilového trhu do roku 2020. Tyto domněnky byly umocňovány i zájmem zahraničních automobilových výrobců, kteří na ruském trhu od roku 2011 proinvestovali přes 7.6 miliardy euro. O to drtivější byl pád během onoho roku, ze kterého se tamější trh zcela nevzpamatoval až dodnes. Jen pro názornost v roce 2015 se prodej automobilů snížil o 36 % na 1,6 milionu vozů [46],[47].

Tabulka č. 6: Celkový prodej plus detail top 10 značek v prodeji osobních a lehkých užitkových vozidel v Ruské federaci v roce 2014, zdroj dat:[48]

Značka	Rok		Změna
	2013	2014	
Lada	456 309	387 307	-15%
Renault	210 099	194 531	-7%
Hyundai	181 153	179 631	-1%
Kia	198 018	195 691	-1%
Toyota	154 812	161 954	5%
Nissan	146 319	162 010	11%
VW	156 247	128 071	-18%
Chevrolet	174 649	123 175	-29%
Škoda	87 456	84 437	-3%
Ford	106 734	65 966	-38%
<b>Celkový prodej</b>	<b>2 777 547</b>	<b>2 491 404</b>	<b>-10%</b>



#### 4. Optimalizace rozvozních plánů

Podnikatelská činnost firmy „T“, jak již rámcově bylo zmíněno v úvodu této bakalářské práce, spočívá v přepravě osobních a lehkých užitkových vozidel. Jednou z forem úspory nákladů je optimalizace rozvozních plánů při přepravě těchto typů vozidel v rámci Evropy.

Nejčastějšími evropskými státy, do a ze kterých firma „T“ automobily přepravuje, jsou ČR, Belgie, Francie, Itálie, Slovensko, Maďarsko a Německo. Česká republika má mezi těmito státy specifické postavení, jelikož zde začínají a končí jízdy obslužných jízdních souprav.

Jízdy obslužných jízdních souprav do odběrných míst na území Francie začínají a končí v přístavu Zeebrugge. Jeli tedy třeba optimalizovat obsluhu odběrných míst na území Francie, bude tato obsluha probíhat formou okružních jízd začínajících a končících v přístavu Zeebrugge.

Pozn. V Zeebrugge začínají a končí jízdy, ve kterých jsou obsluhována odběrná místa nacházející se pouze na území Francie. Při distribuci vozidel na území výše uvedených ostatních států sice jízda v Zeebrugge může začínat, ale nikdy tam nekončí. Většinou jsou vozidla v Zeebrugge naložena, následně je provedena jejich distribuce např. na území Spolkové republiky Německo, a vyložené vozidlo následně plní jiné rozvozní úkoly pro jiné automobilky.

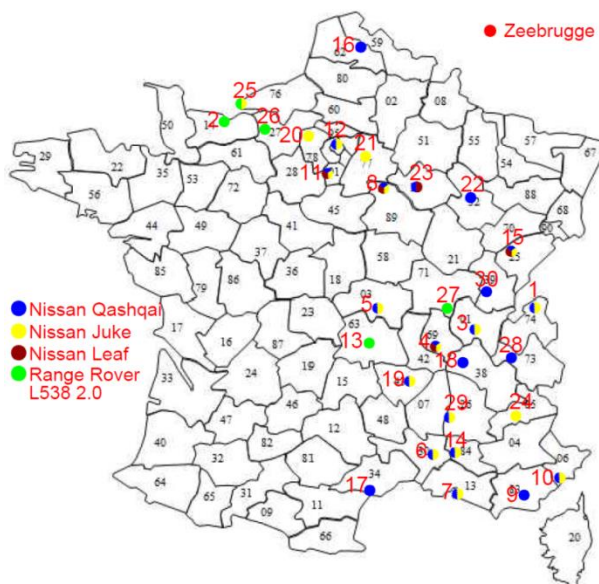
Soupis odběrných míst na území Francie uvádí Tabulka č. 7.

Tabulka č. 7: Seznam odběrných míst, do kterých se zajišťuje rozvoz automobilů ze Zeebrugge, zdroj:[49]

číslo	Město
1	ANTHY-S- LEMAN
2	BIEVILLE-BEUVILLE
3	AMBERIEU- EN-BUGEY
4	VENISSIEUX
5	CUSSET
6	NIMES
7	ROGNAC
8	SENS
9	BRIGNOLES
10	ANTIBES
11	BOISSY-SS-ST- YON
12	AUBERVILLIERS
13	AUBIERE
14	AVIGNON
15	BESANCON
16	BEUVRY
17	BEZIERS
18	BOURGOIN-JALLIEU
19	BRIVES-CHARENSAC

číslo	Město
20	BUCHELAY
21	CHANTELOUP-EN-BRIE
22	CHAUMONT
23	ST-JULIEN-LES-VILLAS
24	GAP
25	LE-HAVRE
26	NORMANVILLE
27	SANCÉ
28	LA-RAVOIRE
29	MONTELIMAR
30	PERRIGNY

V případě řešené úlohy jsou rozváženy čtyři typy vozidel a to: Nissan Qashqai, Nissan Juke, Nissan Leaf a Range Rover L538 2.0. Odběrná místa uvedená v tabulce č. 7 lze rozdělit dle typu automobilu, který požadují, viz obrázek č. 1.



Obrázek č. 1: Poloha odběrných míst, do kterých se zajišťuje rozvoz automobilů ze Zeebrugge, zdroj:[49]

Vozy značky Nissan jsou do Zeebrugge přepravovány loděmi z Japonska a vozy Range Rover taktéž loděmi, avšak z Velké Británie. Frekvence s jakou lodě připlouvají do Zeebrugge je přibližně jedenkrát týdně.

K přepravě automobilů jsou užívány jízdní soupravy, u nichž známe jednak kapacitu, průměrnou rychlost, tak i dobu, do které se musejí vrátit zpět do Zeebrugge.

Po vykládce vozů z lodí začíná firmě „T“ tzv. pickup time, během kterého musí automobily z přístavu vyzvednout. Tato lhůta se pohybuje od 24 do 48 hodin. Samotná nakládka vozidel v přístavu je pak možná pouze od 8:00 do 17:00. Vozidla jsou nakládána do ložného prostoru v pořadí, že vozidlo, jež je požadováno odběrným místem, které bude obslouženo danou jízdní soupravou jako poslední, bude naloženo jako první v pořadí a naopak, vozidlo, které bude vykládáno u prvního obsluhovaného odběrného místa, bude naloženo jako poslední v pořadí. Výsledkem tohoto způsobu nakládky je minimalizace manipulačních prací ve spojitosti s vykládkou automobilů v odběrných místech a tím i snížení času na tuto aktivitu potřebného.

Druhým zásadním časovým údajem je tzv. lead time, což je doba, do které musí být zboží přepraveno do cílové destinace (odběrného místa). Je vyžadováno, aby hodnota lead timu byla maximálně 5 dnů od momentu dokončení nakládky v přístavu Zeebrugge.

Odběrná místa mají provozní dobu stanovenou od 8:00 do 16:00 hodin. Během této doby musí řidič jízdní soupravy nejen do odběrného místa přijet, ale taktéž provést vykládku vozidel. Čas příjezdu tedy musí být takový, aby proces vykládky byl dokončen do konce definované provozní doby.

Počet obsluhovaných odběrných míst během týdne je dán v závislosti na jejich požadavcích. Tato hodnota se většinou pohybuje v rozmezí 7-14 odběrných míst.

Ve vztahu k jízdním soupravám se v úloze ještě objevuje podmínka, že v rámci jedné jízdy může být obsluženo maximálně 5 odběrných míst.

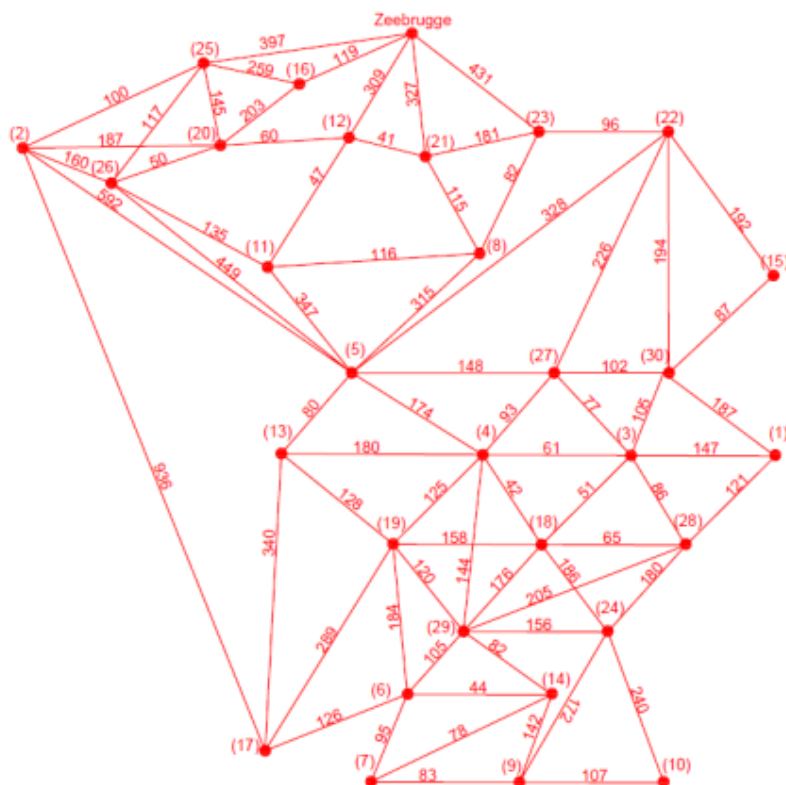
Dispečeri podniku „T“ po obdržení avíza o nakládce automobilů v přístavu mají cca čtyři dny na sestavení oběhů jízdních souprav. V rámci této řešené úlohy považujeme tento časový předstih za dostatečný pro zajištění potřebného počtu jízdních souprav.

Předpoklady:

- vždy je nutné uspokojit poptávku odběrných míst,
- každé odběrné místo je obsluženo vždy pouze jednou jízdní soupravou, tudíž jeho požadavek nesmí překročit kapacitu jízdní soupravy,
- doba vykládky závisí na počtu vykládaných vozidel,
- všechna odběrná místa mají stejný počet časových oken, ve kterých může probíhat vykládka jízdních souprav,
- přepravovaná vozidla mají různý nákladový faktor, což znamená, že zabírají různě velký prostor v ložném prostoru. Nákladové faktory pro jednotlivé typy vozidel nabývají hodnot:
  - Nissan Juke - 1.25
  - Nissan Leaf - 1
  - Nissan Qashqai - 1.5
  - Range Rover L538 2.0 – 2,
- všechny jízdní soupravy vyjedou první den začátku přepravy v 10:00 ze Zeebrugge, a tudíž se předpokládá, že do této doby budou již všechna rozvážená vozidla naložena,
- průměrná rychlost jízdní soupravy je předpokládána 80 km/h a jejich kapacita je předpokládána 11 vozidel s nákladovým faktorem 1,

- mzdová sazba za ujetý kilometr je 4,30 Kč a mzdová sazba za hodinu ostatních výkonů (čekání na začátek provozní doby nebo vykládka) je 104 Kč.

Úkolem optimalizace je sestavení okružních jízd jednotlivých jízdních souprav, při nichž dojde ke splnění požadavků všech odběrných míst, dodržení všech výše uvedených podmínek a celkové mzdové náklady vyplývající z ujeté vzdálenosti jízdních souprav po vytvořené silniční síti, znázorněné na obrázku č. 2, a doby strávené vykládkou a čekáním na začátek provozní dobu odběrného místa budou minimální.



Obrázek č. 2: Silniční síť tvořená hlavními silničními tahy, na kterých se realizuje přeprava automobilů do odběrných míst; zdroj:[54], upraveno autorem

#### 4.1 Matematická formulace řešené úlohy

Je dána hranově ohodnocená neorientovaná dopravní síť, reprezentovaná grafem  $G = (V, H)$ , kde  $V$  je množina vrcholů a  $H$  je množina úseků (hran) dopravní sítě. Množina  $V$  obsahuje všechna odběrná místa, kterých je  $n$ , a přístav Zeebrugge (který plní funkci počátečního a zároveň i koncového depa), platí tedy  $|V| = n + 1$ . Ohodnocení hran reprezentuje délku přímé trasy mezi dvěma vrcholy.

Pro každé odběrné místo  $i = 1..n$  dále známe velikost jeho požadavku na vozidla Nissan Juke –  $Juke_i$ , Nissan Qashqai –  $Qashqai_i$ , Nissan Leaf –  $Leaf_i$  a Range Rover – L538 2.0  $Range_i$ . Celkový požadavek odběrného místa  $i = 1..n$  vypočítaný ze vztahu  $Leaf_i + Juke_i +$

$Qashqai_i + Range_i$  pak musí být nenulový a zároveň nesmí překročit kapacitu jízdní soupravy  $Q_k$ ;  $k = 1..m$ , jež toto odběrné místo obsluhuje. Kromě požadavků odběrných míst je pro každé odběrné místo  $i = 1..n$  má definováno  $f = 5$  časových oken, přičemž každé časové okno  $p = 1..f$  odběrného místa  $i = 1..n$  má definován začátek  $l_{ip}$  a konec  $u_{ip}$ .

Je znám počet jízdních souprav  $m$ . Pro každou jízdní soupravu  $k = 1..m$  je definována její kapacita  $Q_k$  a čas, do kterého se jízdní souprava musí vrátit do depa  $D_k$ .

Úkolem je rozhodnout o posloupnosti (posloupnostech) odběrných míst obsluhovaných jednotlivými jízdními soupravami, tak aby celkové mzdové náklady řidičů byly minimální.

### Příprava vstupních dat pro optimalizační výpočet

Pro potřeby kalkulace mzdových nákladů musí být k dispozici dále doby přejezdů mezi jednotlivými místy, ve kterých probíhá nakládka a vykládka vozidel. Za tím účelem musí být nejdříve sestavena matice vzdáleností mezi místy nakládky a vykládky. V řešené úloze byla matice vzdáleností sestavena s využitím Floydova algoritmu. Hodnoty matice dob přejezdů jsou následně vypočítány podle vztahu  $t_{ij} = \frac{d_{ij}}{80}$ ;  $i = 0..n$   $j = 0..n$  přičemž hodnoty  $d_{ij}$  jsou vyjádřeny v km a hodnoty  $t_{ij}$  v hodinách. Pro kalkulaci mzdových nákladů vynaložených při vykládce vozidel v odběrném místě  $i = 1, \dots, n$  je třeba nejdříve vypočítat dobu potřebnou k vykládce  $s_i = 0.25 + 0.1 \times (Leaf_i + Juke_i + Qashqai_i + Range_i - 1)$  a následně ji vynásobit hodinovou sazbou. Hodnota 0.25 reprezentuje dobu vykládky, kdy v daném odběrném místě  $i = 1..n$  je vykládáno pouze jedno vozidlo. Druhý sčítanec reprezentuje doby potřebné k vykládce dalších vozidel, pokud k ní dochází.

### Rekapitulace veličin vystupujících v modelu

Vstupní veličiny:

$f$	počet časových oken odběrných míst (vyplývá z maximální hodnoty lead timu),
$m$	počet jízdních souprav,
$n$	počet obsluhovaných odběrných míst,
$t_{ij}$	doba přejezdu z místa $i = 0..n$ do místa $j = 0..n$ ,
$d_{ij}$	vzdálenost mezi místem $i = 0..n$ a místem $j = 0..n$ ,
$Juke_i$	počet vozidel typu Nissan Juke požadovaných odběrným místem $i = 1..n$ ,
$Leaf_i$	počet vozidel typu Leaf požadovaných odběrným místem $i = 1..n$ ,
$Qashqai_i$	počet vozidel typu Nissan Qashqai požadovaných odběrným místem $i = 1..n$ ,
$Range_i$	počet kusů Range Rover L538 2.0 požadovaných odběrným místem $i = 1..n$ ,
$l_{ip}$	začátek časového okna $p = 1..f$ odběrného místa $i = 1..n$ ,
$u_{ip}$	konec časového okna $p = 1..f$ odběrného místa $i = 1..n$ ,
$Q_k$	kapacita jízdní soupravy $k = 1..m$ ,
$D_k$	doba, do které se musí jízdní souprava $k = 1..m$ vrátit zpět do počátečního depa,
$s_i$	doba vykládky v odběrném místě $i = 1..n$ .

Za účelem modelování rozhodnutí budou do modelu zavedeny následující proměnné:

- $x_{ijk}$  bivalentní proměnná, když  $x_{ijk} = 1$ , znamená to, že po odběrném místě  $i = 1..n$  / depu  $i = 0$  je vozidlem  $k = 1..m$  obsluženo odběrné místo  $j = 1..n$  / depo  $j = 0$ ; když  $x_{ijk} = 0$ , znamená to opak,
- $v_{ip}$  bivalentní proměnná, když  $v_{ip} = 1$ , znamená to, že odběrné místo  $i = 1..n$  je obsluženo v časovém okně  $p = 1..f$ ; když  $v_{ip} = 0$ , znamená to opak,
- $w_i$  doba čekání jízdní soupravy na začátek nejbližšího časového okna odběrného místa  $i = 1..n$ ,
- $y_i$  pomocná proměnná zavedená pro potřeby anticyklíci podmínky,
- $a_i$  čas příjezdu jízdní soupravy k prodejň  $i = 1..n$ ,
- $b_i$  čas odjezdu jízdní soupravy z prodejny  $i = 1..n$ ,
- $g_{0k}$  čas příjezdu jízdní soupravy  $k = 1..m$  do počátečního depa.

## 4.2 Matematický model úlohy

Matematický model řešené úlohy má tvar:

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \sum_{k=1}^m d_{ij} x_{ijk} + 10400 \times \sum_{i=1}^n w_i + \sum_{k=1}^m g_{0k} \rightarrow \min \quad (1)$$

za podmínek:

$$\sum_{i=1}^n (Leaf_i + 1.25Juke_i + 1.5Qashqai_i + 2Range_i) \sum_{j=0}^n x_{ijk} \leq Q_k; \text{ pro } k = 1..m \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^m \sum_{i=0}^n x_{ijk} = 1; \text{ pro } j = 1..n \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{0jk} \leq 1; \text{ pro } k = 1..m \quad (4)$$

$$\sum_{i=0}^n x_{ijk} = \sum_{i=0}^n x_{jik}; \text{ pro } j = 1..n, k = 1..m \quad (5)$$

$$y_i - y_j + n * x_{ijk} \leq n - 1; \text{ pro } i = 1..n, j = 1..n, k = 1..m \quad (6)$$

$$\sum_{p=1}^f v_{ip} = 1; \text{ pro } i = 1..n \quad (7)$$

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n x_{ijk} \leq 6; \text{ pro } k = 1..m \quad (8)$$

$$b_0 = 0 \quad (9)$$

$$g_{0k} \leq D_k; \text{ pro } k = 1..m \quad (10)$$

$$a_j \geq b_i + t_{ij} - M(1 - x_{ijk}); \text{ pro } i = 0..n, j = 1..n, k = 1..m \quad (11)$$

$$a_j \leq b_i + t_{ij} + M(1 - x_{ijk}); \text{ pro } i = 0..n, j = 1..n, k = 1..m \quad (12)$$

$$a_i + w_i \geq l_{ip} - M(1 - v_{ip}); \text{ pro } i = 1..n, p = 1..f \quad (13)$$

$$a_i + w_i \leq u_{ip} + M(1 - v_{ip}); \text{ pro } i = 1..n, p = 1..f \quad (14)$$

$$b_i = a_i + w_i + s_i; i = 1..n \quad (15)$$

$$b_i \leq u_{ip} + M(1 - v_p); \text{ pro } i = 1..n, p = 1..f \quad (16)$$

$$g_{0k} \geq b_i + t_{ij} - M(1 - x_{ijk}); \text{ pro } i = 1..n, j = 0..n, k = 1..m \quad (17)$$

$$x_{ijk} \in \{0,1\}; \text{ pro } i = 0..n, j = 0..n, k = 1..m \quad (18)$$

$$v_{ip} \in \{0,1\}; \text{ pro } i = 1..n, p = 1..f \quad (19)$$

$$w_i \geq 0; \text{ pro } i = 1..n \quad (20)$$

$$y_i \geq 0; \text{ pro } i = 1..n \quad (21)$$

$$a_i \geq 0; \text{ pro } i = 1..n \quad (22)$$

$$b_i \geq 0; \text{ pro } i = 0..n \quad (23)$$

$$g_{0k} \geq 0; \text{ pro } k = 1..m \quad (24)$$

Zdroj:[52]

Funkce (1) reprezentuje kumulované optimalizační kritérium. Skupina podmínek (2) zajišťuje, že součet požadavků odběrných míst obsluhovaných jízdni soupravou  $k$  nepřesáhne kapacitu této jízdni soupravy. Skupina podmínek (3) zajišťuje, že každé odběrné místo bude navštíveno právě jednou. Skupina podmínek (4) zabezpečuje, že každá jízdni souprava vyjede z počátečního depa (Zeebrugge) maximálně jednou. Skupina podmínek (5) zabezpečuje kontinuitu typu vozidla, tedy, že jízdni souprava, která do daného odběrného místa přijede, také z tohoto odběrného místa odjede. Skupina podmínek (6) reprezentuje anticyklící podmínky. Skupina podmínek (7) zajišťuje, že odběrná místa budou obsloužena během jednoho svého časového okna. Skupina podmínek (8) zaručuje, že jedna jízdni souprava obslouží maximálně pět odběrných míst. Podmínka (9) stanovuje odjezd všech využitých jízdni souprav z počátečního depa na 10:00 prvního dne. Skupina podmínek (10) zajišťuje, že se jízdni soupravy vrátí do počátečního depa včas. Skupiny podmínek (11) a (12) zajišťují, že čas příjezdu jízdni soupravy do odběrného místa je dán součtem času odjezdu z počátečního depa / předchozího obsluhovaného odběrného místa a doby přejezdu mezi odběrnými místy / odběrným místem a depem. Skupiny podmínek (13) a (14) zabezpečují, že čas příjezdu jízdni souprav do odběrného místa zvýšený o případnou dobu čekání na otevírací dobu se vztahuje k jednomu časovému oknu daného odběrného místa. Skupina podmínek (15) zajišťuje, že jízdni souprava odjede z odběrného místa až po jeho obsluze. Skupina podmínek (16) zabezpečuje, že jízdni souprava odjede z odběrného místa nejpozději na konci časového okna. Skupina podmínek (17) stanovuje nejdříve možný čas příjezdu jízdni souprav do počátečního depa jako součet času odjezdu z posledního obsluhovaného odběrného místa a doby přejezdu mezi tímto obsluhovaným

odběrným místem a koncovým depem. Skupiny podmínek (18), (19), (20), (21), (22), (23) a (24) reprezentují definiční obory užitých proměnných.

## 4.2.1 Model úlohy v optimalizačním programu Xpress-IVE

Pro názornost je uveden text programu vztahující se k níže uvedené modelové situaci č. 1.

```

model VRP
uses "mmxprs";
setparam("XPRS_MIPTOL", 1e-10)
setparam("XPRS_FEASTOL", 1e-5)
declarations
n=11
m=5
f=5
M=100000
d:array (0..n,0..n) of real
t:array (0..n,0..n) of real
x:array (0..n,0..n,1..m) of mpvar
y:array (1..n) of mpvar
Juke:array(1..n)of real
Qashqai:array(1..n)of real
Leaf:array(1..n)of real
Range:array(1..n) of real
s:array(1..n) of real
l:array(1..n,1..f)of real
u:array(1..n,1..f)of real
v:array (1..n,1..f) of mpvar
w:array (1..n) of mpvar
a:array (0..n) of mpvar
b:array (0..n) of mpvar
g:array(0..1,1..m)of mpvar
Q:array (1..m) of real
D:array(1..m)of real
end-declarations
s::[0.35, 0.45, 0.35, 0.35, 0.55, 0.55, 0.25, 0.55, 0.55, 0.45, 0.45]
Juke::[0, 2, 0, 0, 4, 2, 1, 1, 1, 0, 3]
Qashqai::[2, 0, 0, 0, 0, 2, 0, 1, 0, 2, 0]
Leaf::[0, 0, 0, 0, 0, 0, 2, 3, 1, 0]
Range::[0, 1, 2, 2, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
l::[0,22,46,70,94,
0,22,46,70,94,
0,22,46,70,94,
0,22,46,70,94,
0,22,46,70,94,
0,22,46,70,94,
0,22,46,70,94,
0,22,46,70,94,
0,22,46,70,94,
0,22,46,70,94,
0,22,46,70,94]
u::[6,30,54,78,102,
6,30,54,78,102,
6,30,54,78,102,
6,30,54,78,102,
6,30,54,78,102,
6,30,54,78,102,
6,30,54,78,102,
6,30,54,78,102,
6,30,54,78,102,
6,30,54,78,102,
6,30,54,78,102]
Q::[11,11,11,11,11]
D::[103,103,103,103,103]
d::[0, 119, 378, 478, 372, 322, 309, 327, 356, 442, 431, 527,
119, 0, 259, 359, 253, 203, 263, 304, 310, 419, 485, 518,
378, 259, 0, 100, 117, 145, 205, 246, 252, 361, 427, 523,
478, 359, 100, 0, 160, 187, 247, 288, 294, 403, 469, 565,
372, 253, 117, 160, 0, 50, 110, 151, 135, 251, 332, 428,
322, 203, 145, 187, 50, 0, 60, 101, 107, 216, 282, 378,
309, 263, 205, 247, 110, 60, 0, 41, 47, 156, 222, 319,
327, 304, 246, 288, 151, 101, 41, 0, 88, 115, 181, 277,
356, 310, 252, 294, 135, 107, 47, 88, 0, 116, 198, 294,
442, 419, 361, 403, 251, 216, 156, 115, 116, 0, 82, 178,
431, 485, 427, 469, 332, 282, 222, 181, 198, 82, 0, 96,
527, 518, 523, 565, 428, 378, 319, 277, 294, 178, 96, 0]

```



```

t:=[0, 1.5, 4.8, 6, 4.7, 4.1, 3.9, 4.1, 4.5, 5.6, 5.4, 6.6,
1.5, 0, 3.3, 4.5, 3.2, 2.6, 3.3, 3.8, 3.9, 5.3, 6.1, 6.5,
4.8, 3.3, 0, 1.3, 1.5, 1.9, 2.6, 3.1, 3.2, 4.6, 5.4, 6.6,
6, 4.5, 1.3, 0, 2, 2.4, 3.1, 3.6, 3.7, 5.1, 5.9, 7.1,
4.7, 3.2, 1.5, 2, 0, 0.7, 1.4, 1.9, 1.7, 3.2, 4.2, 5.4,
4.1, 2.6, 1.9, 2.4, 0.7, 0, 0.8, 1.3, 1.4, 2.7, 3.6, 4.8,
3.9, 3.3, 2.6, 3.1, 1.4, 0.8, 0, 0.6, 0.6, 2, 2.8, 4,
4.1, 3.8, 3.1, 3.6, 1.9, 1.3, 0.6, 0, 1.1, 1.5, 2.3, 3.5,
4.5, 3.9, 3.2, 3.7, 1.7, 1.4, 0.6, 1.1, 0, 1.5, 2.5, 3.7,
5.6, 5.3, 4.6, 5.1, 3.2, 2.7, 2, 1.5, 1.5, 0, 1.1, 2.3,
5.4, 6.1, 5.4, 5.9, 4.2, 3.6, 2.8, 2.3, 2.5, 1.1, 0, 1.2,
6.6, 6.5, 6.6, 7.1, 5.4, 4.8, 4, 3.5, 3.7, 2.3, 1.2, 0]

forall(i in 0..n,j in 0..n, k in 1..m)x(i,j,k) is_binary
forall(i in 1..n,p in 1..f)v(i,p) is_binary
forall(k in 1..m) sum(i in 1..n, j in 0..n)( 1.25*Juke(i)+1.5*Qashqai(i)+Leaf(i)+2*Range(i))*x(i,j,k)<=Q(k)
forall(i in 0..n)d(i,i):=M
forall(j in 1..n)sum(i in 0..n,k in 1..m)x(i,j,k)=1
forall(k in 1..m)sum(j in 1..n)x(0,j,k)<=1
forall(j in 1..n, k in 1..m)sum(i in 0..n)x(i,j,k)=sum(i in 0..n)x(j,i,k)
forall(i in 1..n,j in 1..n, k in 1..m) y(i)-y(j)+n*x(i,j,k)<=n-1
forall(i in 1..n) sum(p in 1..f)v(i,p)=1
forall(k in 1..m)sum(i in 0..n, j in 0..n)x(i,j,k)<=6
b(0)=0
forall(k in 1..m)g(0,k)<=D(k)
forall(k in 1..m)g(0,k)-b(0)<=D(k)
forall(i in 0..n, j in 1..n, k in 1..m)a(j)>=b(i)+t(i,j)-M*(1-x(i,j,k))
forall(i in 0..n, j in 1..n, k in 1..m)a(j)<=b(i)+t(i,j)+M*(1-x(i,j,k))
forall(i in 1..n,p in 1..f)a(i)+w(i)>=l(i,p)-M*(1-v(i,p))
forall(i in 1..n,p in 1..f)a(i)+w(i)<=u(i,p)+M*(1-v(i,p))
forall(i in 1..n)b(i)>=a(i)+w(i)+s(i)
forall(i in 1..n,p in 1..f)b(i)<=u(i,p)+M*(1-v(i,p))
forall(i in 1..n, j in 0..n, k in 1..m)g(0,k)>=b(i)+t(i,j)-M*(1-x(i,j,k))
VRPMTW:=(430*sum(i in 0..n,j in 0..n, k in 1..m)d(i,j)*x(i,j,k))+sum(k in 1..m)g(0,k)+(10400*sum(i in 1..n)w(i))
minimize(VRPMTW)
writeln("Minimalni potrebny pocet jizdnich souprav: ", sum(j in 1..n, k in 1..m)getsol(x(0,j,k)))
writeln("Celkove naklady jsou: ",((4.30*sum(i in 0..n,j in 0..n, k in 1..m)getsol(x(i,j,k))*d(i,j))
+(104*(sum(i in 1..n)getsol(w(i))+sum(i in 1..n)s(i))))," Kc")
writeln("Okruzni jizdy:")
forall(i in 0..n,j in 0..n, k in 1..m|getsol(x(i,j,k))>0) writeln("x(",i,",",j,",",k,")=",getsol(x(i,j,k)))
writeln("Celkova ujeta vzdalenost: ",sum(i in 0..n,j in 0..n, k in 1..m)getsol(x(i,j,k))*d(i,j))
forall(i in 0..n) writeln("odjezd(",i,")=",getsol(b(i)))
forall(i in 1..n) writeln("cekani na oteviraci dobu u prodejny: (",i,")=",getsol(w(i)))
forall(i in 1..n) writeln("prijezd(",i,")=",getsol(a(i)))
forall(k in 1..m) writeln("prijezdy do depa vozidlem: (",k,")=",getsol(g(0,k)))
end-model

```

## 5. Zhodnocení vypracovaného návrhu

V této kapitole jsou uvedeny tři modelové situace, na kterých je demonstrována funkčnost vytvořeného modelu a jeho aplikovatelnost při řešení daného problému. Jednotlivé modelové situace se odlišují ve vstupních údajích, tj. v počtech a skladbě obsluhovaných odběrných míst (tabulky č. 8,19,28) a velikostí poptávek těchto míst (tabulky č. 9,20,29). Tyto difference se následně projevují i v dobách strávených vykládkou v odběrných místech (tabulky č. 10,21,30) a maticích dob přejezdů (tabulky č. 11,22,31).

Výstupem algoritmu jsou:

- $\left. \begin{array}{l} \text{minimální potřebný počet jízdních souprav} \\ \text{celková ujetá vzdálenost} \\ \text{celkové mzdové náklady} \end{array} \right\} \text{Tabulky č. 12,23,32}$
- Seznam odběrných míst obsluhovaných jednotlivými jízdními soupravami (tabulky č. 13, 24,33)
- a časový jízdní plán jednotlivých jízdních souprav (tabulky č. 14, 15, 16, 17, 18, 25, 26, 27, 34, 35, 36, 37, 38).

Pro lepší názornost jsou uvedena i grafická znázornění okružních jízd jízdních souprav viz obrázky č. 3,4,5.

Výpočetní experimenty byly provedeny na počítači vybaveném procesorem Intel (R) Core (TM) i7-3820 CPU @ 3.60 GHz a Ram paměti o velikosti 32.00 GB.

Dále jsou v této kapitole popsány změny, které budou v rámci firmy „T“ probíhat v následujících letech jako odezva na měnící se podmínky v automobilovém průmyslu.

### 5.1 Modelová situace č. 1

Vstupní údaje:

Tabulka č. 8: Distanční matice  $d_{ij}$  pro situaci č. 1 (km), zdroj: [54]

m/m	Z	16	25	2	26	20	12	21	11	8	23	22
Z	0	119	378	478	372	322	309	327	356	442	431	527
16	119	0	259	359	253	203	263	304	310	419	485	518
25	378	259	0	100	117	145	205	246	252	361	427	523
2	478	359	100	0	160	187	247	288	294	403	469	565
26	372	253	117	160	0	50	110	151	135	251	332	428
20	322	203	145	187	50	0	60	101	107	216	282	378
12	309	263	205	247	110	60	0	41	47	156	222	319
21	327	304	246	288	151	101	41	0	88	115	181	277
11	356	310	252	294	135	107	47	88	0	116	198	294
8	442	419	361	403	251	216	156	115	116	0	82	178
23	431	485	427	469	332	282	222	181	198	82	0	96
22	527	518	523	565	428	378	319	277	294	178	96	0

Tabulka č. 9: Poptávka odběrných míst (počet vozidel)

auto/město	16	25	2	26	20	12	21	11	8	23	22
Juke	0	2	0	0	4	2	1	1	1	0	3
Qashqai	2	0	0	0	0	2	0	1	0	2	0
Leaf	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0
Range	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka č. 10: Doby vykládky v odběrných místech  $s_i$  (hod)

Město/doba vykládky	16	25	2	26	20	12	21	11	8	23	22
s	0.35	0.45	0.35	0.35	0.55	0.55	0.25	0.55	0.55	0.45	0.45

Tabulka č. 11: Tabulka časů přejezdů  $t_{ij}$  (hod.)

m/m	Z	16	25	2	26	20	12	21	11	8	23	22
Z	0	1.5	4.8	6	4.7	4.1	3.9	4.1	4.5	5.6	5.4	6.6
16	1.5	0	3.3	4.5	3.2	2.6	3.3	3.8	3.9	5.3	6.1	6.5
25	4.8	3.3	0	1.3	1.5	1.9	2.6	3.1	3.2	4.6	5.4	6.6
2	6	4.5	1.3	0	2	2.4	3.1	3.6	3.7	5.1	5.9	7.1
26	4.7	3.2	1.5	2	0	0.7	1.4	1.9	1.7	3.2	4.2	5.4
20	4.1	2.6	1.9	2.4	0.7	0	0.8	1.3	1.4	2.7	3.6	4.8
12	3.9	3.3	2.6	3.1	1.4	0.8	0	0.6	0.6	2	2.8	4
21	4.1	3.8	3.1	3.6	1.9	1.3	0.6	0	1.1	1.5	2.3	3.5
11	4.5	3.9	3.2	3.7	1.7	1.4	0.6	1.1	0	1.5	2.5	3.7
8	5.6	5.3	4.6	5.1	3.2	2.7	2	1.5	1.5	0	1.1	2.3
23	5.4	6.1	5.4	5.9	4.2	3.6	2.8	2.3	2.5	1.1	0	1.2
22	6.6	6.5	6.6	7.1	5.4	4.8	4	3.5	3.7	2.3	1.2	0

Výsledek algoritmu:

Tabulka č. 12: Souhrnné výsledky situace 1

Počet použitých jízdních souprav	5
Celková ujetá vzdálenost	4589 km
Celkové mzdové náklady	23455.9 Kč
Celková ujetá vzdálenost dle Mapy.cz	4132 km
Procentuální chyba skutečnost vs model	9,96 %
Doba výpočtu situace	53 hodin a 34 minut

Tabulka č. 13: Seznam odběrných míst obsluhovaných jednotlivými jízdními soupravami

Jízdní souprava	Obsluhovaná odběrná místa
1	12, 11,
2	23, 22
3	20, 26
4	16, 25
5	2, 21, 8,

Tabulka č. 14: Časový jízdní plán jízdní soupravy 1

Jízdní souprava 1					
Odjezd z depa	10:00	Příjezd do prodejny 12	13:54	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 12	0
Odjezd z prodejny 12	14:27	Příjezd do prodejny 11	15:03	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 11	0
Odjezd z prodejny 11	15:36	Příjezd do depa	20:06		

Tabulka č. 15: Časový jízdní plán jízdní soupravy 2

Jízdní souprava 2					
Odjezd z depa	10:00	Příjezd do prodejny 23	15:24	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 23	0
Odjezd z prodejny 23	15:51	Příjezd do prodejny 22	17:03	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 22	14:57
Odjezd z prodejny 22	8:27 (2.den)	Příjezd do depa	15:03 (2.den)		

Tabulka č. 16: Časový jízdní plán jízdní soupravy 3

Jízdní souprava 3					
Odjezd z depa	10:00	Příjezd do prodejny 20	14:06	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 20	0
Odjezd z prodejny 20	14:39	Příjezd do prodejny 26	15:21	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 26	0
Odjezd z prodejny 26	15:42	Příjezd do depa	20:24		

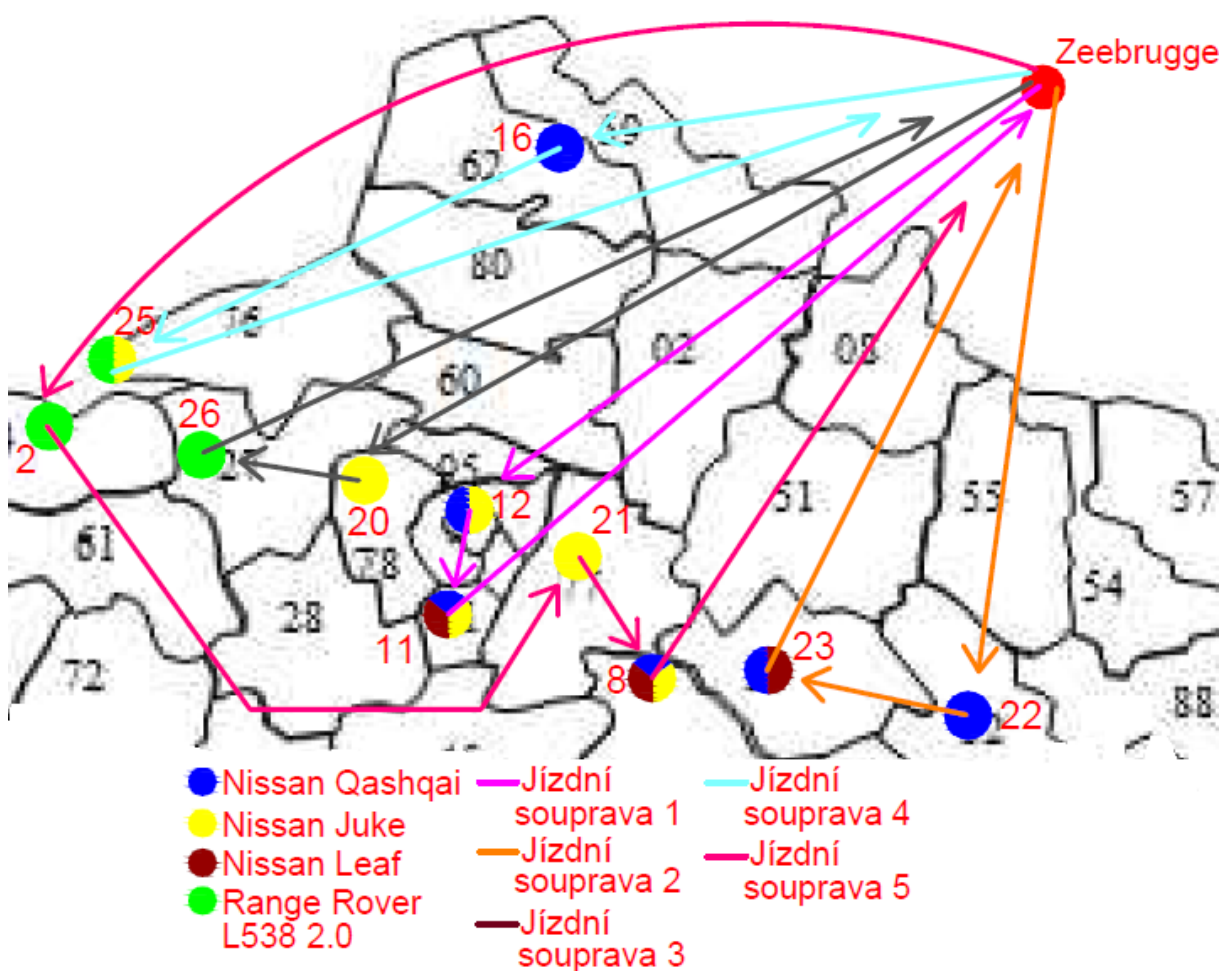
Tabulka č. 17: Časový jízdní plán jízdní soupravy 4

Jízdní souprava 4					
Odjezd z depa	10:00	Příjezd do prodejny 16	11:30	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 16	0
Odjezd z prodejny 16	11:51	Příjezd do prodejny 25	15:09	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 25	0
Odjezd z prodejny 25	15:36	Příjezd do depa	20:24		

Tabulka č. 18: Časový jízdní plán jízdní soupravy 5

Jízdní souprava 5					
Odjezd z depa	10:00	Příjezd do prodejny 2	16:00	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 2	16 hod
Odjezd z prodejny 2	8:21 (2.den)	Příjezd do prodejny 21	11:57 (2.den)	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 21	0
Odjezd z prodejny 21	12:12 (2.den)	Příjezd do prodejny 8	13:42 (2.den)	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 8	0
Odjezd z prodejny 8	14:15 (2.den)	Příjezd do depa	19:51 (2.den)		

Obrázek č. 3: Grafické znázornění řešení modelové situace 1



## 5.2 Modelová situace č. 2

Vstupní údaje:

Tabulka č. 19: Distanční matice  $d_{ij}$  pro situaci č. 2 (km), zdroj: [54]

m/m	Z	1	15	4	29	5	8	20	25	27	16
Z	0	908	719	846	990	703	442	322	378	753	119
1	908	0	274	208	326	372	559	759	904	224	962
15	719	274	0	253	397	337	370	570	715	189	773
4	846	208	253	0	144	174	489	628	740	93	831
29	990	326	397	144	0	318	633	772	884	237	975
5	703	372	337	174	318	0	315	454	566	148	657
8	442	559	370	489	633	315	0	216	316	404	419
20	322	759	570	628	772	454	216	0	145	602	203
25	378	904	715	740	884	566	316	145	0	714	259
27	753	224	189	93	237	148	404	602	714	0	805
16	119	962	773	831	975	657	419	203	259	805	0

Tabulka č. 20: Poptávka odběrných míst (kusy vozů)

auto/město	1	15	4	29	5	8	20	25	27	16
Juke	2	1	0	1	0	0	2	0	0	0
Qashqai	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Leaf	0	1	2	0	0	3	0	0	0	0
Range	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0

Tabulka č. 21: Doba vykládky v odběrných místech  $s_i$  (hod)

Město/doba vykládky	1	15	4	29	5	8	20	25	27	16
s	0.35	0.35	0.35	0.25	0.25	0.45	0.35	0.45	0.25	0.45

Tabulka č. 22: Matice časů přejezdů  $t_{ij}$  (hod.)

m/m	Z	1	15	4	29	5	8	20	25	27	16
Z	0	11.4	9	10.6	12.4	8.8	5.6	4.1	4.8	9.5	1.5
1	11.4	0	3.5	2.6	4.1	4.7	7	9.5	11.3	2.8	12.1
15	9	3.5	0	3.2	5	4.3	4.7	7.2	9	2.4	9.7
4	10.6	2.6	3.2	0	1.8	2.2	6.2	7.9	9.3	1.2	10.4
29	12.4	4.1	5	1.8	0	4	8	9.7	11.1	3	12.2
5	8.8	4.7	4.3	2.2	4	0	4	5.7	7.1	1.9	8.3
8	5.6	7	4.7	6.2	8	4	0	2.7	4	5.1	5.3
20	4.1	9.5	7.2	7.9	9.7	5.7	2.7	0	1.9	7.6	2.6
25	4.8	11.3	9	9.3	11.1	7.1	4	1.9	0	9	3.3
27	9.5	2.8	2.4	1.2	3	1.9	5.1	7.6	9	0	10.1
16	1.5	12.1	9.7	10.4	12.2	8.3	5.3	2.6	3.3	10.1	0

Výsledek algoritmu

Tabulka č. 23: Souhrnné výsledky situace 2

Počet použitých jízdních souprav	3
Celková ujetá vzdálenost	4598 km
Celkové mzdové náklady	24337 Kč
Celková ujetá vzdálenost dle Mapy.cz	3981 km
Procentuální chyba skutečnost vs model	13,42 %
Doba výpočtu situace	45 hodin a 17 minut

Tabulka č. 24: Seznam odběrných míst obsluhovaných jednotlivými jízdními soupravami

Jízdní souprava	Obsluhovaná odběrná místa
1	16, 25,
2	27, 4, 29, 1, 15
3	20, 5, 8,

Tabulka č. 25: Časový jízdní plán jízdní soupravy 1

Jízdní souprava 1					
Odjezd z depa	10:00	Příjezd do prodejny 16	11:30	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 16	0
Odjezd z prodejny 16	11:57	Příjezd do prodejny 25	15:15	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 25	0
Odjezd z prodejny 25	15:42	Příjezd do depa	20:30		

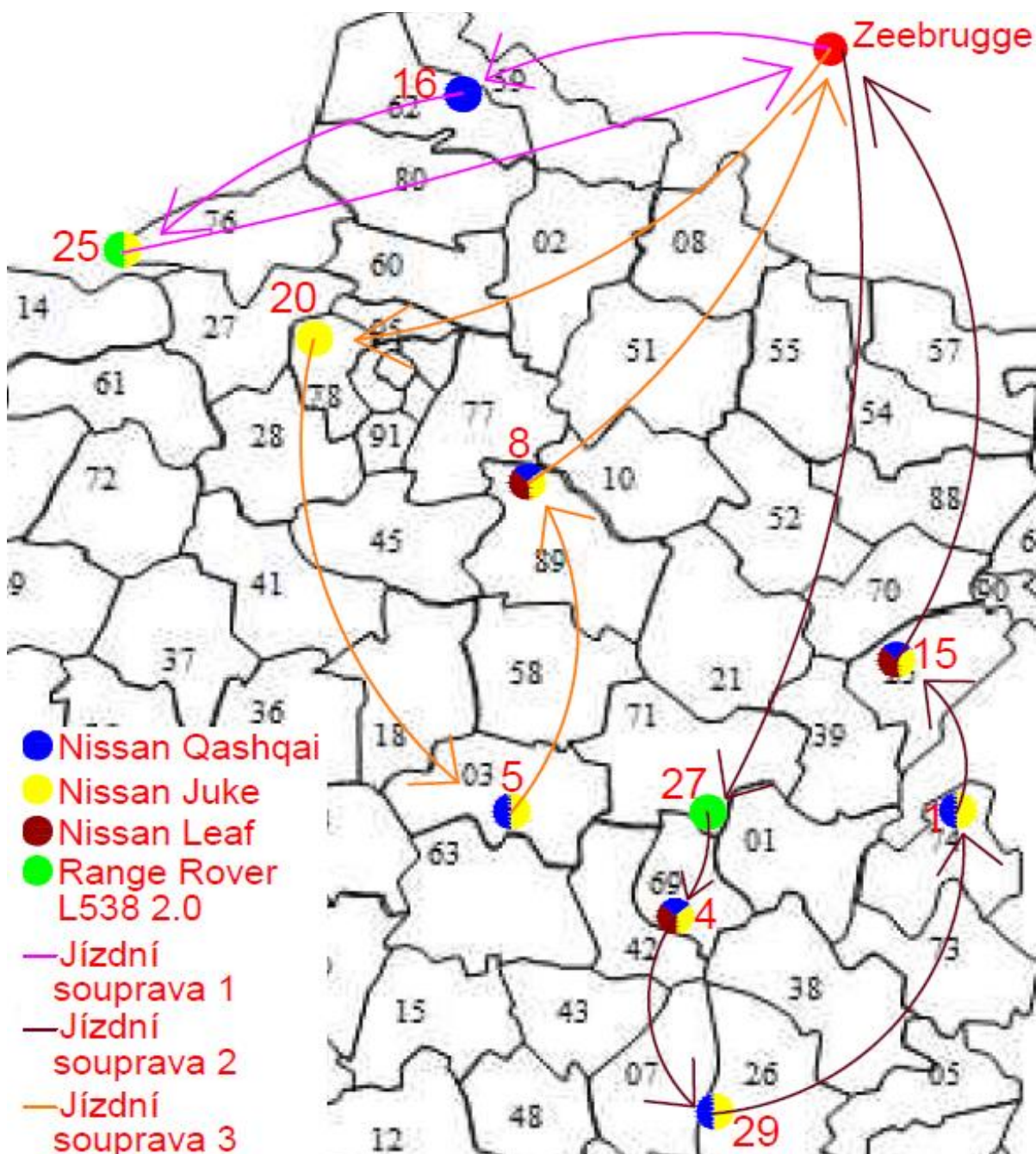
Tabulka č. 26: Časový jízdní plán jízdní soupravy 2

Jízdní souprava 2					
Odjezd z depa	10:00	Příjezd do prodejny 27	19:30	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 27	12:30 hod
Odjezd z prodejny 27	8:15 (2.den)	Příjezd do prodejny 4	9:27 (2.den)	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 4	0 hod
Odjezd z prodejny 4	9:48 (2.den)	Příjezd do prodejny 29	11:36 (2.den)	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 29	0 hod
Odjezd z prodejny 29	11:51 (2.den)	Příjezd do prodejny 1	15:57 (2.den)	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 1	16:03 hod
Odjezd z prodejny 1	8:21 (3.den)	Příjezd do prodejny 15	11:51 (3.den)	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 15	0 hod
Odjezd z prodejny 15	12:12 (3.den)	Příjezd do depa	21:12 (3.den)		

Tabulka č. 27: Časový jízdní plán jízdní soupravy 3

Jízdní souprava 3					
Odjezd z depa	10:00	Příjezd do prodejny 20	14:06	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 20	0
Odjezd z prodejny 20	14:27	Příjezd do prodejny 5	20:09	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 5	11:51 hod
Odjezd z prodejny 5	8:15 (2.den)	Příjezd do prodejny 8	12:15 (2.den)	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 8	0
Odjezd z prodejny 8	12:42 (2.den)	Příjezd do depa	18:18 (2.den)		

Obrázek č. 4: Grafické znázornění řešení modelové situace 2





## 5.3 Modelová situace č. 3

Vstupní údaje:

Tabulka č. 28: Distanční matice  $d_{ij}$  pro situaci č. 3 (km), zdroj: [54]

m/m	Z	2	23	17	13	7	14	10	24	3	15	21	22
Z	0	478	431	1123	783	1150	1072	1303	1063	826	719	327	527
2	478	0	469	936	672	1070	992	1234	994	817	757	288	565
23	431	469	0	790	477	719	641	872	632	395	288	181	96
17	1123	936	790	0	340	221	170	411	387	436	628	850	694
13	783	672	477	340	0	407	330	579	404	241	417	510	408
7	1150	1070	719	221	407	0	78	190	255	365	557	900	623
14	1072	992	641	170	330	78	0	249	238	287	479	822	545
10	1303	1234	872	411	579	190	249	0	240	477	669	1053	776
24	1063	994	632	287	404	255	238	240	0	237	429	813	536
3	826	817	395	436	241	365	287	477	237	0	192	576	299
15	719	757	288	628	417	557	479	669	429	192	0	469	192
21	327	288	181	850	510	900	822	1053	813	576	469	0	277
22	527	565	96	694	408	623	545	776	536	299	192	277	0

Tabulka č. 29: Poptávka odběrných míst (kusy vozů)

auto/město	2	23	17	13	7	14	10	24	3	15	21	22
Juke	0	0	0	0	2	1	1	3	2	1	2	0
Qashqai	0	1	3	0	1	1	2	0	2	1	0	2
Leaf	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Range	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka č. 30: Doba vykládky v odběrných místech  $s_i$  (hod)

Město/doba vykládky	2	23	17	13	7	14	10	24	3	15	21	22
s	0.35	0.55	0.45	0.25	0.45	0.35	0.45	0.45	0.55	0.45	0.35	0.35

Tabulka č. 31: Tabulka časů přejezdů  $t_{ij}$  (hod.)

m/m	Z	2	23	17	13	7	14	10	24	3	15	21	22
Z	0	6	5.4	14.1	9.8	14.4	13.4	16.3	13.3	10.4	9	4.1	6.6
2	6	0	5.9	11.7	8.4	13.4	12.4	15.5	12.5	10.3	9.5	3.6	7.1
23	5.4	5.9	0	9.9	6	9	8.1	10.9	7.9	5	3.6	2.3	1.2
17	14.1	11.7	9.9	0	4.3	2.8	2.2	5.2	4.9	5.5	7.9	10.7	8.7
13	9.8	8.4	6	4.3	0	5.1	4.2	7.3	5.1	3.1	5.3	6.4	5.1
7	14.4	13.4	9	2.8	5.1	0	1	2.4	3.2	4.6	7	11.3	7.8
14	13.4	12.4	8.1	2.2	4.2	1	0	3.2	3	3.6	6	10.3	6.9
10	16.3	15.5	10.9	5.2	7.3	2.4	3.2	0	3	6	8.4	13.2	9.7
24	13.3	12.5	7.9	4.9	5.1	3.2	3	3	0	3	5.4	10.2	6.7
3	10.4	10.3	5	5.5	3.1	4.6	3.6	6	3	0	2.4	7.2	3.8
15	9	9.5	3.6	7.9	5.3	7	6	8.4	5.4	2.4	0	5.9	2.4
21	4.1	3.6	2.3	10.7	6.4	11.3	10.3	13.2	10.2	7.2	5.9	0	3.5
22	6.6	7.1	1.2	8.7	5.1	7.8	6.9	9.7	6.7	3.8	2.4	3.5	0

Výsledek algoritmu:

Tabulka č. 32: Souhrnné výsledky situace 3

Počet použitých jízdních souprav	5
Celková ujetá vzdálenost	8940 km
Celkové mzdové náklady	46236.8 Kč
Celková ujetá vzdálenost dle Mapy.cz	7708 km
Procentuální chyba skutečnost vs model	13,78 %
Doba výpočtu situace	64 hodin a 39 minut

Tabulka č. 33: Seznam odběrných míst obsluhovaných jednotlivými jízdními soupravami

Jízdní souprava	Obsluhovaná odběrná místa
1	2
2	24, 17, 13
3	3, 15,
4	10, 7, 14
5	21, 22, 23

Tabulka č. 34: Časový jízdní plán jízdní soupravy 1

Jízdní souprava 1					
Odjezd z depa	10:00	Příjezd do prodejny 2	16:00	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 2	16 hod
Odjezd z prodejny 2	8:21 (2.den)	Příjezd do depa	14:21 (2.den)		

Tabulka č. 35: Časový jízdní plán jízdní soupravy 2

Jízdní souprava 2					
Odjezd z depa	10:00	Příjezd do prodejny 24	23:18	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 24	8:42 hod
Odjezd z prodejny 24	8:27 (2.den)	Příjezd do prodejny 17	13:21 (2.den)	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 17	0
Odjezd z prodejny 17	13:48 (2.den)	Příjezd do prodejny 13	18:06 (2.den)	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 13	13:54 hod
Odjezd z prodejny 13	8:15 (3.den)	Příjezd do depa	18:03 (3.den)		

Tabulka č. 36: Časový jízdní plán jízdní soupravy 3

Jízdní souprava 3					
Odjezd z depa	10:00	Příjezd do prodejny 3	20:24	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 3	11:36 hod
Odjezd z prodejny 3	8:33 (2.den)	Příjezd do prodejny 15	10:57 (2.den)	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 15	0
Odjezd z prodejny 15	11:24 (2.den)	Příjezd do depa	20:24 (2.den)		

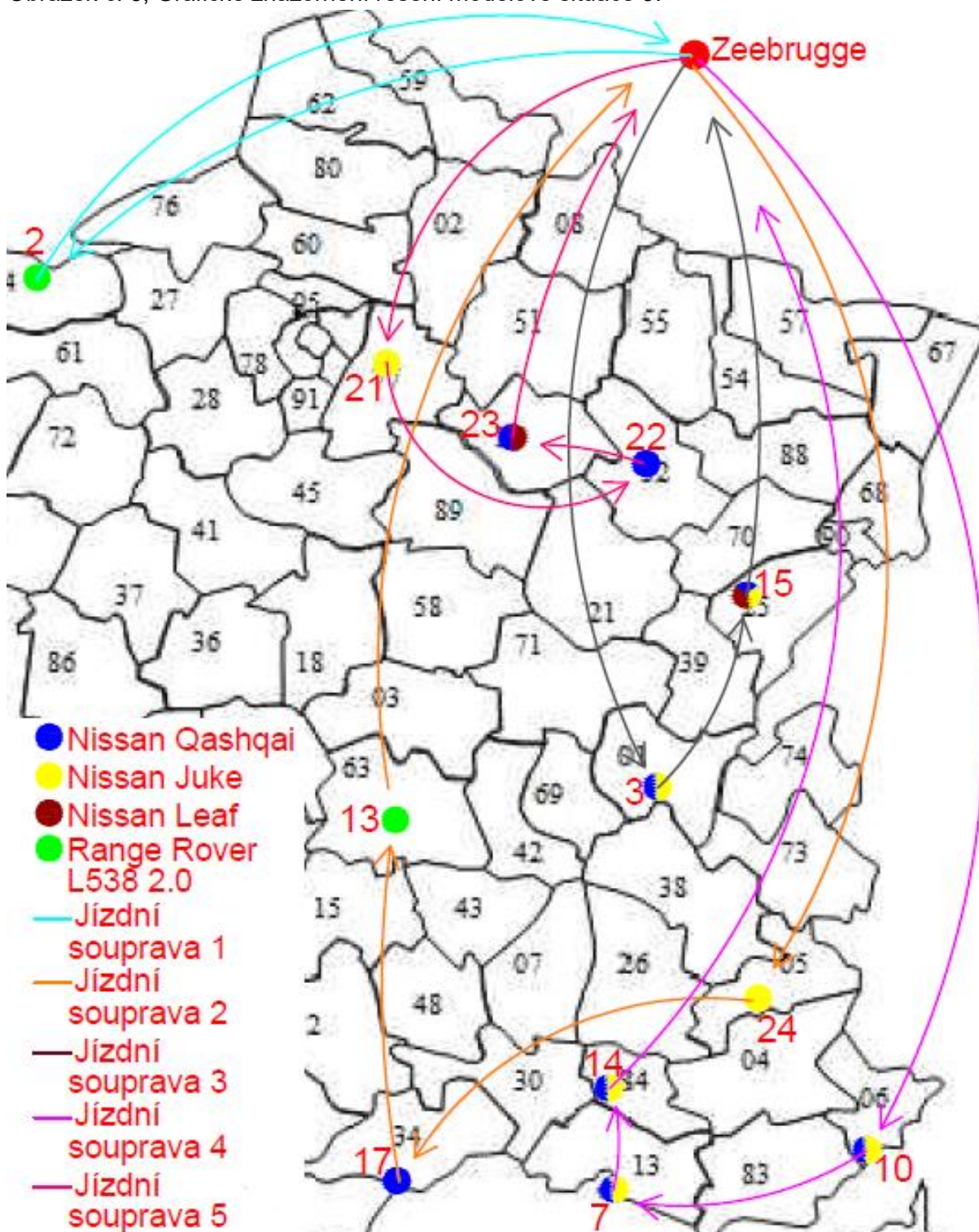
Tabulka č. 37: Časový jízdní plán jízdní soupravy 4

Jízdní souprava 4					
Odjezd z depa	10:00	Příjezd do prodejny 10	02:18 (2.den)	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 10	5:42 hod
Odjezd z prodejny 10	8:27 (2.den)	Příjezd do prodejny 7	10:51 (2.den)	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 7	0
Odjezd z prodejny 7	11:18 (2.den)	Příjezd do prodejny 14	12:18 (2.den)	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 14	0
Odjezd z prodejny 14	12:39 (2.den)	Příjezd do depa	2:03 (3.den)		

Tabulka č. 38: Časový jízdní plán jízdní soupravy 5

Jízdní souprava 5					
Odjezd z depa	10:00	Příjezd do prodejny 21	14:06	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 21	0
Odjezd z prodejny 21	14:27	Příjezd do prodejny 22	17:57	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 22	14:03 hod
Odjezd z prodejny 22	8:21 (2.den)	Příjezd do prodejny 23	9:33 (2.den)	Doba čekání na otevírací dobu prodejny 23	0
Odjezd z prodejny 23	10:06 (2.den)	Příjezd do depa	15:30 (2.den)		

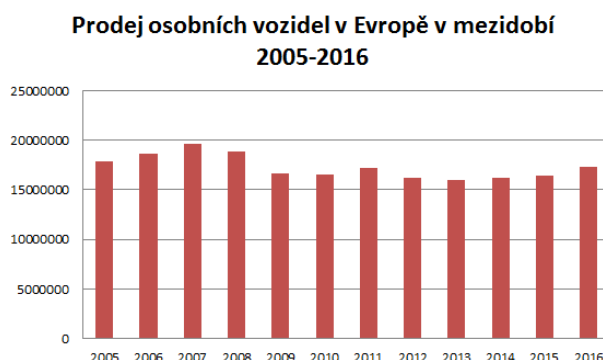
Obrázek č. 5; Grafické znázornění řešení modelové situace 3:



#### 5.4 Podnikatelská činnost a změny v rámci firmy „T“

V první a druhé kapitole byla nastíněna současná i budoucí situace automobilového průmyslu, jež v obou případech je pro dodavatelskou firmu „T“ pozitivní. Produkce tuzemských automobilových závodů, která je pro podnikání firmy stěžejní, je stabilní a poskytuje dostatečný objem vozidel pro export na zahraniční trhy. Momentálně má

i poptávka po automobilech vzrůstající tendenci, viz graf 5., a tudíž by pravděpodobně nemělo docházet k omezování výroby či obdobným krokům negativně ovlivňujících podnikatelskou činnost firmy „T“ v následujících letech.



Graf č. 5. Prodej osobních vozidel v Evropě v mezidobí 2005-2016, zdroj:[14]

To, zda-li firma zůstane konkurenceschopná bude záviset i na její schopnosti reagovat na měnící se podmínky v automobilovém průmyslu, zejména na změny rozměrů karoserií. Již v současnosti mají automobilky tendence vyrábět stále větší, těžší a vyšší vozidla, což následně snižuje nákladový faktor nástaveb sloužících pro přepravu automobilů, které jsou pro přepravu používány. Menší počet naložených automobilů může ohrožovat ekonomickou návratnost prováděné přepravy a tudíž i samotnou existenci podniku. Notná pozornost se bude muset věnovat i vyšší hmotnosti přepravovaných automobilů a to hlavně u nástaveb umožňujících naložení vozidla nad kabinu řidiče jízdní soupravy. O těchto faktorech je třeba intenzivně jednat s výrobcí, kteří se snaží snižovat náklady ve všech fázích výrobního cyklu dopravu nevyjímaje.

S obdobnými obtížemi se firma „T“ musí vypořádávat již nyní, kdy hlavním problémem zatím není naložení optimálního počtu vozidel, ale jejich šířka. Běžně se stává, že řidič po naložení vozidla na nástavbu jen stěží může otevřít dveře u řidiče a občas je to i zcela nemožné. Jedinou možností pak zůstává využití pátých dveří, což však většina výrobců zakazuje z důvodu rizika poškození interiéru. Následkem nerespektování předepsaných pravidel pak může být i zákaz samotné nakládky. Možným řešením jsou moderní nástavby sloužící pro přepravu automobilů vyráběné např. francouzskou společností LOHR nebo italským výrobcem ROLFO, které umožňují rozšíření manipulačního prostoru pomocí odnímatelných bočnic. Prim v této kategorii hraje německá společnost Kässbohrer, která nabízí plně automatizovaný model [49].

Prostřednictvím výrobků výše zmíněných firem by do budoucna mohla firma vyřešit jednak rozměrové tak i hmotnostní problémy spojené s přepravou automobilů a udržet si optimální

nakládací faktor. Obměna vozového parku je tedy v následujících letech nezbytně nutná a za tímto účelem by si firma již nyní měla vymezovat jisté finanční prostředky.

Z důvodu zajištění větší flexibility ve vztahu k průběžně se měnícím přepravovaným typům automobilů na daných relacích a snížení finanční náročnosti by firma „T“ i nadále měla preferovat strategie nájmu (vč. franchising) jízdních souprav před koupí jako takovou.

V oblasti IT, by firma „T“ měla novodobé technologie především využívat k sledování zásilek, tedy jednotlivých přeprav automobilů a to v celém logistickém řetězci - od sjetí z výrobní linky po dodání finálnímu zákazníkovi. Toto sledování již dnes funguje v omezeném rozsahu přes webová rozhraní, která slouží buď dovozci, nebo již i koncovým zákazníkům. Novodobý koncept by pak měl tuto službu poskytovat jako běžnou součástí přepravní smlouvy a tím zase o něco zvýšit zákaznický servis.

Kromě zásilek by se tyto technologie měly podílet i na lepším sledování dalších faktorů v oblasti "výrobních" nákladů provozu jízdních souprav, opotřebení pneumatik, spotřeba paliva, spotřeba motorového oleje atd., což umožní dopravcům lépe využívat vozový park, prodlužovat životnost jízdní soupravy či lépe pracovat s řidiči a to v reálném čase, nikoli zpětně.

## 6. Závěr

Dnes žijeme v neustále se měnícím světě. To co před měsícem bylo nepřekonatelnou novinku, je dnes pouze řadovým výrobkem se zastaralou technologií a designem. Tento trend neustálého progresu je pro nynější dobu typický a jinak tomu není ani v automobilovém průmyslu. Zprávy o nejnovějších modelech automobilů představených na nejruznějších autosalonech po celém světě plní stránky novin a magazínů s hodinářskou přesností a momentálně nic nenasvědčuje tomu, že by se mělo něco v následujících letech měnit.

Cílem této bakalářské práce bylo zachytit vývoj a současný stav automobilového průmyslu, zejména v zemích střední Evropy, a předpokládaný směr kudy by se toto odvětví mělo v následujících letech ubírat. Zjištěné informace jednak poskytují základní přehled o této oblasti a taktéž jsou zdrojem pro prognózu změn, jež budou v následujících letech probíhat v rámci podnikatelské činnosti firmy „T“. Výstupem práce je i návrh exaktního přístupu k vytváření okružních jízd jízdních souprav v rámci rozvozu automobilů ve Francii. Ačkoliv tento program zcela nesimuluje skutečnost, poskytuje dispečerovi kvalitní nástroj pro základní nastínění parametrů řešení, a ukazuje firmě „T“ směr, jakým by se v otázce optimalizace rozvozu vozidel mohla vydat.

Pro zpracování grafického znázornění okružních jízd jízdních souprav, mapy prodejen a silniční sítě byl použit program Autodesk AutoCAD 2014. Textová část byla psána v programu Microsoft Word 2010 a veškeré tabulky byly vytvořeny v programu Microsoft Excel 2010. Samotný návrh exaktního přístupu k vytváření okružních jízd jízdních souprav v rámci rozvozu automobilů ve Francii byl vytvořen v optimalizačním programu Xpress-IVE.

I nadále bych se rád věnoval tématu automobilový průmysl a optimalizace přepravy. Věřím, že veškeré informace a zkušenosti, jež jsem nabyl v průběhu psaní této bakalářské práce, následně využiji i ve své další práci.

## 7. Použité zdroje

- [1] V bratislavském Volkswagenu se stávkuje i za nás. *Deník Referendum* [online]. 2017 [cit. 2017-06-24]. Dostupné z: <http://denikreferendum.cz/clanek/25514-v-bratislavskem-volkswagenu-se-stavkuje-i-za-nas>
- [2] Motor s vnitřním spalováním. *Věda: obrazový průvodce vývojem vědy a techniky*. Praha: Knižní klub, 2011, s. 254-255. Universum (Knižní klub). ISBN 978-80-242-3078-8.
- [3] Nepříznivé vlivy dopravy na životní prostředí. *KOLOBĚŽKY JSOU VÁŠEŇ !!!* [online]. [cit. 2017-02-7]. Dostupné z: <http://kolobka.netstranky.cz/doprava-a-environment/nepriznive-vlivy-dop.html>
- [4] JEDLIČKA, Jan, Tomáš KOZELSKÝ a Jana MAJCHRÁKOVÁ. *Analýza automobilového průmyslu* [online]. 2013, , 8 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: [http://www.csas.cz/static\\_internet/cs/Evropska\\_unie/Specialni\\_analyzy/Specialni\\_analyzy/Prilohy/europa\\_analysis\\_of\\_the\\_automobile\\_industry.pdf](http://www.csas.cz/static_internet/cs/Evropska_unie/Specialni_analyzy/Specialni_analyzy/Prilohy/europa_analysis_of_the_automobile_industry.pdf)
- [5] CARS 2020: Akční plán pro konkurenceschopný a udržitelný automobilový průmysl v Evropě. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. 2013 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument141028.html>
- [6] NOVÁK, Radek. *Mezinárodní kamionová doprava*. Praha: Codex Bohemia, 1998. revize 2008. ISBN 80-859-6353-1.
- [7] Výkon ekonomiky a krize automobilového průmyslu. *Finance.cz* [online]. 2009 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/zpravy/finance/214661-vykon-ekonomiky-a-krize-automobiloveho-prumyslu/>
- [8] Central Europe as a focal point of the automotive industry. *Deloitte* [online]. 2016 [cit. 2017-08-27]. Dostupné z: [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/About-Deloitte/central-europe/CE\\_Automotive\\_Research\\_Study\\_2016.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/About-Deloitte/central-europe/CE_Automotive_Research_Study_2016.pdf)
- [9] BAI, Xue. *The Effects of the 2007-2009 Economic Crisis on Global Automobile Industry* [online]. Buffalo, 2012 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: [http://digitalcommons.buffalostate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=economics\\_theses](http://digitalcommons.buffalostate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=economics_theses). State University of New York College at Buffalo.
- [10] WORLD MOTOR VEHICLE PRODUCTION BY COUNTRY AND TYPE Passenger car. *OICA* [online]. 2015 [cit. 2017-02-8]. Dostupné z: <http://www.oica.net/category/production-statistics/>
- [11] WORLD MOTOR VEHICLE PRODUCTION BY COUNTRY AND TYPE Light commercial vehicles *OICA* [online]. 2015 [cit. 2017-02-8]. Dostupné z: <http://www.oica.net/category/production-statistics/>
- [12] Evropská investiční banka půjčí Renaultu na vývoj ekologických aut 10 miliard korun. *Hospodářské noviny* [online]. 2013 [cit. 2017-02-8]. Dostupné z: <http://archiv.ihned.cz/c1-59951540-evropska-investicni-banka-pujci-renaultu-na-vyvoj-ekologickych-aut-10-miliard-korun>



- [13] Press release on the business development in the 1st half of 2013 and outlook for the MAHLE Group. *Mahle* [online]. 2013 [cit. 2017-02-8]. Dostupné z: [https://www.mahle.com/global/media/global\\_news/2013/half\\_year\\_press\\_conference\\_2013\\_\\_02-09-2013/1\\_half\\_year\\_press\\_conference\\_02-09-13\\_long\\_version.pdf](https://www.mahle.com/global/media/global_news/2013/half_year_press_conference_2013__02-09-2013/1_half_year_press_conference_02-09-13_long_version.pdf)
- [14] PC SALES FIGURES. *OICA* [online]. 2016 [cit. 2017-02-8]. Dostupné z: <http://www.oica.net/wp-content/uploads/pc-sales-2016.pdf>
- [15] Kam míří automobilový průmysl? Trendy z letošní Ženevy. *Aktuálně.cz* [online]. 2013 [cit. 2017-02-8]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/kam-miri-automobilovy-prumysl-trendy-z-letosni-zenevy/r~i:article:773233/?redirected=1486919461>
- [16] BEDNAŘÍK, Petr, Jan JIRÁK a Barbara KÖPPLOVÁ. *Dějiny českých médií: od počátku do současnosti* [online]. Praha: Grada, 2011 [cit. 2017-02-12]. Žurnalistika a komunikace. ISBN 978-80-247-3028-8. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=\\_aSYp3D6Vn0C&pg=PA353&lpg=PA353&dq=ekonomika+zem%C3%A9+pod+vlivem+sov%C4%9Btsk%C3%A9ho+svazu&source=bl&ots=wTv5PqtJbI&sig=akPZUHyc9xdA9yBIpKrLfwIs770&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwif8\\_eF1YDSAhXBOxoKHUJ7CNQQ6AEIKzAD#v=onepage&q=ekonomika%20zem%C3%A9%20pod%20vlivem%20sov%C4%9Btsk%C3%A9ho%20svazu&f=false](https://books.google.cz/books?id=_aSYp3D6Vn0C&pg=PA353&lpg=PA353&dq=ekonomika+zem%C3%A9+pod+vlivem+sov%C4%9Btsk%C3%A9ho+svazu&source=bl&ots=wTv5PqtJbI&sig=akPZUHyc9xdA9yBIpKrLfwIs770&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwif8_eF1YDSAhXBOxoKHUJ7CNQQ6AEIKzAD#v=onepage&q=ekonomika%20zem%C3%A9%20pod%20vlivem%20sov%C4%9Btsk%C3%A9ho%20svazu&f=false)
- [17] Mezinárodní organizace a veřejná správa. *Ministerstvo vnitra České republiky* [online]. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/mezinarodni-spoluprace-92.aspx?q=Y2hudW09Nw%3D%3D>
- [18] Hroucení komunismu v Evropě aneb nejen listopadové události roku 1989. *Hans signaly* [online]. 2010 [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <https://hans.signaly.cz/1004/hrouceni-komunismu-v-evrope>
- [19] Pád komunismu v Maďarsku. *Studená válka* [online]. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: [http://studena.valka.cz/pad\\_komunismu\\_v\\_madarsku.htm](http://studena.valka.cz/pad_komunismu_v_madarsku.htm)
- [20] Historie výroby. *Tatra* [online]. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <http://www.tatra.cz/o-spolecnosti/historie-tatry/historie-vyroby/>
- [21] Car Industry in Slovakia Recent Developments and Impact on Growth. *CASE – Center for Social and Economic Research* [online]. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: [http://siteresources.worldbank.org/EXTPREMNET/Resources/489960-1338997241035/Growth\\_Commission\\_Workshops\\_Country\\_Case\\_Studies\\_Jakubiak\\_Kolesar\\_Paper.pdf](http://siteresources.worldbank.org/EXTPREMNET/Resources/489960-1338997241035/Growth_Commission_Workshops_Country_Case_Studies_Jakubiak_Kolesar_Paper.pdf)
- [22] The Company's position on international markets. *FSO* [online]. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <http://www.fso-sa.com.pl/en-GB/>
- [23] Z maďarského závodu vyjely poslední ikarusy. *Novinky.cz* [online]. 2007 [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/ekonomika/128938-z-madarskeho-zavodu-vyjely-posledni-ikarusy.html>
- [24] Average annual wages. *OECD-Organisation for economic co-operation and development* [online]. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=AV\\_AN\\_WAGE](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=AV_AN_WAGE)

- [25] Rechnitzer, János. *Vehicle industry and competitiveness of Regions in Central and Eastern Europe*. Győr: Universitas-Győr Nonprofit Ltd, 2012. Print. ISBN 978-615-5298-02-8
- [26] GALGÓCZI, Béla, Jan DRAHOKOUPIL a Magdalena BERNACIAK, ed. *Foreign investment in eastern and southern Europe after 2008: still a lever of growth?*. Brussels: European Trade Union Institute (ETUI), 2015. ISBN 978-2-87452-390-8.
- [27] Tax rates in EU. *Wikipedia* [online]. 2017 [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Tax\\_rates\\_in\\_Europe](https://en.wikipedia.org/wiki/Tax_rates_in_Europe)
- [28] Automotive sector continues to drive growth. *The Economist* [online]. 2016 [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <http://www.eiu.com/Exception.aspx?aspxerrorpath=http%3a%2f%2fwww.eiu.com%2findustry%2farticle%2f134589597%2fautomotive-sector-continues-to-drive-growth%2f2016-09-08&errmsg=Exception+of+type+%27System.Web.HttpUnhandledException%27+was+thrown>.
- [29] STEJSKAL, Petr. *Mezinárodní přeprava v České republice*. V Praze: České vysoké učení technické, 2012. ISBN 978-80-01-05059-0.
- [30] Foreign direct investment in Central and Eastern Europe. *Allen & Overy* [online]. 2011 [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <http://www.allenoverly.com/SiteCollectionDocuments/Foreign%20direct%20investment%20in%20Central%20and%20Eastern%20Europe.PDF>
- [31] Czech Republic: Trade statistics. *Global Edge* [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <https://globaledge.msu.edu/countries/czech-republic/tradestats>
- [32] 2015 PRODUCTION STATISTICS. *OICA* [online]. 2016 [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <http://www.oica.net/category/production-statistics/2015-statistics/>
- [33] Obrie SUV Audi Q8 sa bude vyrábať exkluzívne iba v Bratislave. *Podkapotou.sk* [online]. 2017 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://podkapotou.zoznam.sk/cl/1000610/1622357/FOTO--Obrie-SUV-Audi-Q8-sa-bude-vyrabat-exkluzivne-iba-v-Bratislave->
- [34] Výrobu aut zatím nic nenahradí. *Česká pozice* [online]. 2016 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: [http://ceskapozice.lidovky.cz/vyrobu-aut-zatim-nic-nenahradi-dze-/debata-jana-machacka.aspx?c=A161026\\_215707\\_machackova-debata\\_houd](http://ceskapozice.lidovky.cz/vyrobu-aut-zatim-nic-nenahradi-dze-/debata-jana-machacka.aspx?c=A161026_215707_machackova-debata_houd)
- [35] Český automobilový průmysl si i v roce 2015 vedl velmi dobře. *Autosap* [online]. 2016 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/sfiles/TI08-2016.pdf>
- [36] Where does the Czech Republic export cars to ? *OECD* [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: [http://atlas.media.mit.edu/en/visualize/tree\\_map/hs92/export/cze/show/8703/2014/](http://atlas.media.mit.edu/en/visualize/tree_map/hs92/export/cze/show/8703/2014/)
- [37] Automobilový průmysl se dramaticky mění, ale Česku peloton neujíždí. *Business info* [online]. 2016 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/automobilovy-prumysl-se-dramaticky-meni-ale-cesku-peloton-neujizdi-78994.html>

- [38] Automobilový průmysl: Trendy budoucnosti. *EDotace: průvodce světem dotací* [online]. 2015 [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: <http://www.edotace.cz/clanky/automobilovy-prumysl-trendy-budoucnosti>
- [39] Historie společnosti. *Škoda: simply clever* [online]. 2015 [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: <http://cs.skoda-auto.com/company/history/company-history>
- [40] Výrobní závody. *Škoda: simply clever* [online]. [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: <http://cs.skoda-auto.com/company/production-plants>
- [41] Škoda Auto vydělala nejvíc peněz v historii. Přijme další dva tisíce zaměstnanců. *Aktuálně.cz* [online]. 2016 [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/skoda-auto-vydela-v-roce-2015-nejvic-penez-v-historii-prov/r~6a0ef9b4eb5611e5aa720025900fea04/?redirected=1487260586>
- [42] Nošovické automobilce Hyundai klesl zisk na 5,5 miliardy korun. *Investiční web* [online]. 2016 [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: <http://www.investicniweb.cz/zpravy-z-trhu/2016/6/9/nosovicke-automobilce-hyundai-klesl-zisk-na-55-miliardy-korun/>
- [43] HYUNDAI MOTOR MANUFACTURING CZECH. *HYUNDAI* [online]. 2017 [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: <http://www.hyundai-motor.cz/#>
- [44] Speciální analýza. *Česká spořitelna* [online]. 2015 [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: [http://www.csas.cz/static\\_internet/cs/Evropska\\_unie/Specialni\\_analyzy/Specialni\\_analyzy/Prilohy/sr\\_2015\\_09\\_automobilovy\\_prumysl\\_trendy\\_budoucnosti.pdf](http://www.csas.cz/static_internet/cs/Evropska_unie/Specialni_analyzy/Specialni_analyzy/Prilohy/sr_2015_09_automobilovy_prumysl_trendy_budoucnosti.pdf)
- [45] *Incoterms ...: průvodce doložkami*. Praha: ICC Česká republika, 2003-. ISBN 80-903-2970-5.
- [46] Overview of Russian New Car Market Part 1: Insights and Forecasts for Russian Car Industry. *Euromonitor International* [online]. 2015 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://blog.euromonitor.com/2015/07/overview-of-russian-new-car-market-part-1-insights-and-forecasts-for-russian-car-industry.html>
- [47] Ruský trh s auty v květnu opět klesl. České Škodě Auto se ale dařilo, zvýšila prodej téměř o čtvrtinu. *Hospodářské noviny* [online]. 2016 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://byznys.ihned.cz/c1-65323420-rusky-trh-s-auty-v-kvetnu-opet-klesl-ceske-skode-auto-se-ale-darilo-zvysila-prodej-temer-o-ctvrtinu>
- [48] Association of european businesses. *Autobeatdaily* [online]. 2015 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://www.autobeatdaily.com/cdn/cms/AEB-12-14.pdf>
- [49] Interní data firmy „T“
- [50] LAMBERT, Douglas M., James R. STOCK a Lisa M. ELLRAM. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. 2. vyd. Brno: CP Books, 2005. Business books (CP Books). ISBN 80-251-0504-0.
- [51] Investing in the automotive industry- what you need to know. *Market realist* [online]. 2015 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://marketrealist.com/2015/02/declining-interest-rates-led-auto-loans/>

- [52] Belhaiza S, et al. A hybrid variable neighborhood tabu search heuristic for the vehicle routing problem with multiple time windows. *Computers and Operations Research* (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.cor.2013.08.010i>
- [53] Průlom? Vynálezce lithium-iontových baterií přišel s novým akumulátorem. *Novinky.cz*[online]. 2017 [cit. 2017-05-13]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/veda-skoly/431975-prulom-vynalezce-lithium-iontovych-baterii-prisel-s-novym-akumulatorem.html>
- [54] Google maps. [online]. [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps>
- [55] CARS 2025. *Goldmansachs* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.goldmansachs.com/our-thinking/technology-driving-innovation/cars-2025/>
- [56] The next revolution in the auto industry. *World economic forum* [online]. 2016 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-next-revolution-in-the-car-industry/>
- [57] Disruptive trends that will transform the auto industry. *McKinsey & Company* [online]. 2016 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/disruptive-trends-that-will-transform-the-auto-industry>
- [58] Byla podepsána partnerská dohoda o realizaci projektu 5G v automobilovém průmyslu. *ICT network news* [online]. 2017 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://ict-nn.com/cs/logistika/2147-byla-podepsana-partnerska-dohoda-o-realizaci-projektu-5g-v-automobilovem-prumyslu>
- [59] Komunikace car-to-x – Mapování skutečnosti. *Automobil Revue* [online]. 2017 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: [http://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/technika/komunikace-car-to-x-mapovani-skutecnosti\\_45157.html](http://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/technika/komunikace-car-to-x-mapovani-skutecnosti_45157.html)
- [60] Střední Evropa zůstává rájem výrobců aut, další značky přicházejí. *E15.cz* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/stredni-evropa-zustava-rajem-vyrobcu-aut-dalsi-znacky-prichazeji-1140705>