VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE

FAKULTA INFORMATIKY A STATISTIKY



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2015 Věra Jindrová

VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE

FAKULTA INFORMATIKY A STATISTIKY



Název diplomové práce:

Distribuční strategie po otevření severní dálnice v ČR

Autor:	**Bc. Věra Jindrová**
Katedra:	**Katedra ekonometrie**
Obor:	**Ekonometrie a operační výzkum**
Vedoucí práce:	**Ing. Jan Fábry, Ph.D.**

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Distribuční strategie po otevření severní dálnice v ČR“ zpracovala samostatně. Veškerou použitou literaturu a další podkladové materiály uvádím v seznamu použité literatury.

V Praze dne 11. května 2015 .....

Věra Jindrová

Poděkování:

Ráda bych na tomto místě poděkovala Ing. Janu Fábrymu, Ph.D. za vedení mé diplomové práce, ochotu a čas pro zodpovězení mých dotazů a za podnětné návrhy, které práci obohatily. Dále bych ráda poděkovala Ing. Liboru Kalincovi z ŘSD z úseku provozovatele elektronického mýta za poskytnutí údajů z mýtných bran. Poděkování patří z mé strany i Ing. Bc. Petru Kumpoštovi, Ph.D., tajemníkovi ústavu dopravních systému na Fakultě dopravní ČVUT za poskytnutí licence k programu Tralys, který je schopen prognózovat výhledový stav dopravních výkonů.

Abstrakt

Název práce: Distribuční strategie po otevření severní dálnice v ČR
Autor: Bc. Věra Jindrová
Katedra: Katedra ekonometrie
Vedoucí práce: Ing. Jan Fábry, Ph.D.

Cílem této práce je simulovat a také se pokusit predikovat distribuční strategie po otevření severní dálnice v ČR na základě aktuálních dopravních toků a dosavadních trendů. Rychlostní silnice R35 bude po dostavení všech estakád představovat tzv. severní páteřní trasu spojující Čechy a Moravu. S celkovou délkou přes 260 km půjde o nejdelší českou rychlostní silnici. Další atraktivitou této rychlostní komunikace je i propojení čtyř krajských měst a křížení šesti tahů dálniční sítě. Predikce dopravních intenzit bude mít za úkol odhalit v simulačním modelu zjevné i skryté dopravní toky včetně přibližných objemů dopravy. Autorka předpokládá, že dokončení rychlostní silnice R35 mezi Mohelnicí a východními Čechy bude mít strategický význam nejen kvůli odlehčení dálnici D1, ale také kvůli přeměně distribuční strategie v celé ČR včetně nových příležitostí pro výstavbu distribučních center se strategickou polohou.

Klíčová slova: model, simulace, SIMUL8, intenzita dopravy, distribuční strategie

Abstract

Title: Distribution strategy after opening the northern highway in the Czech Republic
Author: Bc. Věra Jindrová
Department: Department of Econometrics
Supervisor: Ing. Jan Fábry, Ph.D.

The aim of this work is to simulate and to try to predict a distribution strategy by opening the northern highway in the Czech Republic based on the current traffic flows and existing trends. The speedway R35 will be after the completion of all platforms the northern backbone route connecting Bohemia and Moravia. With an overall length of 260 km it will be the longest Czech speedway. Another attraction of this highway is the connection of four regional cities and six strokes crossing the motorway network. The prediction of traffic volume will have a task to reveal the simulation model of overt and covert traffic flows, including the approximate volumes of traffic. The author assumes that the completion of the R35 between Mohelnice and eastern Bohemia will have a strategic importance not only for relieving highway D1, but also due to the conversion of the distribution strategy in the whole country, including new opportunities for the construction of distribution centers strategically located.

Keywords: model, simulation, SIMUL8, traffic intensity, distribution strategy

Obsah

ÚVOD **1**

1 MODELOVÁNÍ A SIMULACE V DOPRAVĚ **3**

1.1 HISTORICKÝ VÝVOJ SIMULACE 3
1.2 ZÁKLADNÍ POJMY A STRUKTURA SYSTÉMU 4
1.3 DRUHY SIMULACÍ 5
1.3.1 Metoda Monte Carlo 6
1.3.2 Diskrétní a spojitá simulace 6
1.3.3 Makroskopická simulace 6
1.3.4 Mikroskopická simulace 6
1.4 MODELOVÁNÍ V DOPRAVĚ A ZÁSADY DOPRAVNÍ PROGNÓZY 7
1.4.1 Kapacita dopravy 8
1.4.2 Intenzita dopravy 8
1.5 VÝZNAM A VYUŽITÍ SIMULAČNÍCH MODELŮ V PRAXI 9
1.6 SIMULAČNÍ PROGRAMY 10
1.6.1 Programovací jazyky 10
1.6.2 Simulační programovací jazyky 10
1.6.3 Simulační software SIMUL8 11
1.6.4 Ostatní jazyky a programy 12
1.6.5 Firmy využívající simulační programy 12

2 STÁVAJÍCÍ A PLÁNOVANÉ DÁLNICE A RYCHLOSTNÍ SILNICE NA ÚZEMÍ ČR 13

2.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O DÉLCE DÁLNIC A SILNIC 13
2.1.1 Dálniční síť 14
2.1.2 Síť rychlostních silnic 15
2.1.3 Propojení dopravních sítí ČR se sousedními zeměmi 15
2.1.4 Rychlostní silnice R35 a její význam 16
2.1.5 Dosavadní vývoj dopravního proudu 17
2.1.6 Mýtný systém 21
2.2 NEHODOVOST 22
2.3 ZÁKAZ JÍZD PRO NÁKLADNÍ VOZIDLA 23
2.4 KAPACITA DÁLNIC A RYCHLOSTNÍCH SILNIC 23

3 SIMULACE – PRAKTICKÝ PŘÍKLAD 26

3.1 VYUŽITÍ, PŘEDPOKLADY A CÍLE MODELU 26
3.1.1 Využití dopravního modelu 26
3.1.2 Předpoklady 26
3.1.3 Cíle dopravního modelu 27
3.2 POTŘEBNÁ DATA 28

3.2.1 Intenzity dopravního proudu ... 28
3.2.2 Výhledové koeficienty růstu dopravních výkonů ... 30
3.3 KONCEPTUÁLNÍ MODEL DÁLNICE D1 ... 32
3.3.1 Prvky modelu ... 32
3.3.2 Schéma pohybu v systému ... 33
3.3.3 Čas trvání činností ... 34
3.3.4 Intenzity dopravy a pravděpoodbnosti sjezdu a nájezdu na dálnici ... 37
3.4 KONCEPTUÁLNÍ MODEL DÁLNIC A RYCHLOSTNÍCH SILNIC VČETNĚ R35 ... 40
3.5 KONCEPTUÁLNÍ MODEL HLAVNÍCH TAHŮ V ČESKÉ REPUBLICE VČETNĚ R35 ... 41
4 ANALÝZA VÝSLEDKŮ ... 43
4.1 MODEL S DÁLNICÍ D1 ... 43
4.1.1 Model pro nákladní vozidla bez variace intenzit dopravy dle denní doby ... 44
4.1.2 Model pro nákladní vozidla s variací intenzit dopravy dle denní doby ... 45
4.2 MODEL S DÁLNICÍ D1, D11 A R35 ... 49
4.3 MODEL S HLAVNÍMI TAHY ČR ... 52
4.4 VYHODNOCENÍ A VALIDACE VÝSLEDKŮ ... 56
4.5 ZHODNOCENÍ VÝZNAMU KOMUNIKACE R35 PŘI VÝHLEDOVÝCH INTENZITÁCH DOPRAVY ... 60
4.6 VÝZNAM DÁLNICE D8 PO JEJÍM DOKONČENÍ ... 63
5 ZÁVĚR ... 65
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY ... 68
LITERATURA ... 68
INTERNETOVÉ ZDROJE ... 68
6 PŘÍLOHY ... 71
PŘÍLOHA A – TEORETICKÝ PODKLAD ... 72
PŘÍLOHA B - ÚDAJE K MODELU DÁLNICE D1 ... 84
6.1 VSTUPNÍ ÚDAJE ... 84
6.2 VÝSLEDKY ... 84
PŘÍLOHA C ÚDAJE K MODELU DÁLNICE D1, D11 A R35 ... 86
6.3 VSTUPNÍ ÚDAJE ... 86
6.4 VÝSLEDKY ... 91
PŘÍLOHA D - ÚDAJE K MODELU HLAVNÍCH TAHŮ V ČR ... 98
6.5 VSTUPNÍ ÚDAJE ... 98
6.6 VÝSLEDKY ... 104
6.7 VÝHLEDOVÝ STAV – VSTUPNÍ ÚDAJE ... 117
6.8 VÝHLEDOVÝ STAV - VÝSLEDKY ... 119

Seznam tabulek

Tabulka 2-1: délka silniční sítě v ČR dle krajů 14
Tabulka 2-2: Výčet dálnic ČR 14
Tabulka 2-3: Výčet rychlostních silnic ČR 15
Tabulka 3-1: Podíl intenzity dopravy nákl. vozidel na dálnicích a rychlostních silnicích 30
Tabulka 3-2: Výhledové koeficienty růstu dopravních výkonů 31
Tabulka 3-3: Odhady trvání činností 35
Tabulka 3-4: intenzita dopravního proudu nákladních vozidel dle denní doby 36
Tabulka 3-5: rozpětí doby trvání činností dle denní doby 36
Tabulka 3-6: intenzita dopravy pro jednotlivé nájezdy 37
Tabulka 3-7: výpočet pravděpodobnosti sjezdu z dálnice D1 38
Tabulka 3-8: interval mezi najíždějícími vozidly v období 06:00 – 18:00 40
Tabulka 3-9: interval mezi najíždějícími vozidly v období 18:00 – 24:00 40
Tabulka 3-10: interval mezi najíždějícími vozidly v období 00:00 – 06:00 40
Tabulka 4-1: průměrné časy strávené ve frontě a využití zdrojů jednotlivých aktivit 45
Tabulka 4-2: využití entit po zvýšení kapacity aktivity Velká Bíteš na 100 jednotek 45
Tabulka 4-3: průměrné časy strávené ve frontě a využití zdrojů aktivit (00:60 – 18:00) 46
Tabulka 4-4: využití entit a počet odbavených entit (06:00 – 18:00) 46
Tabulka 4-5: porovnání využití entit a počet odbavených entit 49
Tabulka 4-6: porovnání potřebných časů simulace jednotlivých modelů pro období den 57
Tabulka 4-7: Navržené úseky, kde by se zrušily poplatky za použití dálnic 60
Tabulka 4-8: koeficienty prognózy intenzit dopravy 61
Tabulka 6-1: největší průmyslové zóny v ČR 78
Tabulka 6-2: hodnoty max. intenzity nákladních vozidel při rychlosti 90 km/h vs. prům.

naměřená intenzita 84
Tabulka 6-3: teoretické hodnoty max. intenzit vs. naměřená intenzita špičkové hodiny 84
Tabulka 6-4: průměrné časy strávené ve frontě a využití zdrojů jednotlivých aktivit 85
Tabulka 6-5: využití entit a počet odbavených entit (00:00 – 06:00) 85
Tabulka 6-6: využití entit a počet odbavených entit (18:00 – 24:00) 85
Tabulka 6-7: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 dle denní doby 85
Tabulka 6-8: Odhady trvání činností D1 86
Tabulka 6-9: Odhady trvání činností D11 86
Tabulka 6-10: Odhady trvání činností R35 87
Tabulka 6-11: výpočet pravděpodobnosti sjezdu z dálnice D1 87
Tabulka 6-12: výpočet pravděpodobnosti sjezdu z dálnice D11 88
Tabulka 6-13: výpočet pravděpodobnosti sjezdu z dálnice R35 88
Tabulka 6-14: interval mezi najíždějícími vozidly na D1 v období 06:00 – 18:00 88
Tabulka 6-15: interval mezi najíždějícími vozidly na D1 v období 18:00 – 24:00 89
Tabulka 6-16: interval mezi najíždějícími vozidly na D1 v období 00:00 – 06:00 89
Tabulka 6-17: interval mezi najíždějícími vozidly na D11 v období 06:00 – 18:00 89
Tabulka 6-18: interval mezi najíždějícími vozidly na D11 v období 18:00 – 24:00 89
Tabulka 6-19: interval mezi najíždějícími vozidly na D11 v období 00:00 – 06:00 89
Tabulka 6-20: interval mezi najíždějícími vozidly na R35 v období 06:00 – 18:00 90
Tabulka 6-21: interval mezi najíždějícími vozidly na R35 v období 18:00 – 24:00 90
Tabulka 6-22: interval mezi najíždějícími vozidly na R35 v období 00:00 – 06:00 90
Tabulka 6-23: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D1 (00:00 – 06:00) 92
Tabulka 6-24: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D11 (00:00 – 06:00) 92
Tabulka 6-25: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na R35 (00:00 – 06:00) 92
Tabulka 6-26: průměrné časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na D1 (00:60 – 18:00) ... 93
Tabulka 6-27: průměrné časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na D11 (00:60 – 18:00). 94
Tabulka 6-28: průměrné časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na R35 (00:60 – 18:00) . 94
Tabulka 6-29: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D1 (18:00 – 24:00) 95
Tabulka 6-30: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D11 (18:00 – 24:00) 95
Tabulka 6-31: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na R35

(18:00 – 24:00) 96
Tabulka 6-32: Tabulka – počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 dle denní doby 96
Tabulka 6-33: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 dle denní doby 96
Tabulka 6-34: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D11 a R35 dle denní doby 97
Tabulka 6-35: Odhady trvání činností 98
Tabulka 6-36: výpočet pravděpodobnosti sjezdu z dálnice D2 a D3 99
Tabulka 6-37: výpočet pravděpodobnosti sjezdu z dálnice D5 a D8 100
Tabulka 6-38: výpočet pravděpodobnosti sjezdu z rychlostní komunikace R10 a R35 100
Tabulka 6-39: interval mezi najíždějícími vozidly na D2, D3, D5 a D8 v období 06:00 – 18:00 101
Tabulka 6-40: interval mezi najíždějícími vozidly na R10 a R35 v období 06:00 – 18:00 102
Tabulka 6-41: interval mezi najíždějícími vozidly na D2, D3, D5 a D8 v období 18:00-24:00. 102
Tabulka 6-42: interval mezi najíždějícími vozidly na R10 a R35 v období 18:00-24:00 103
Tabulka 6-43: interval mezi najíždějícími vozidly na D2, D3, D5 a D8 v období 00:00-06:00 104
Tabulka 6-44: interval mezi najíždějícími vozidly na R10 a R35 v období (00:00-06:00) 104
Tabulka 6-45: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D1 a R48 (00:00 – 06:00) 105
Tabulka 6-46: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů na D2. D3, D5, D8 a R10 (00:00 – 06:00) 107
Tabulka 6-47: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D11 (00:00 – 06:00) 107
Tabulka 6-48: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na R35 (00:00 – 06:00) 107
Tabulka 6-49: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na D1 a R48 (00:60 – 18:00) 109
Tabulka 6-50: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů na D2. D3, D5, D8 a R10 (06:00 – 18:00) 110
Tabulka 6-51: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na D11 (06:00 – 18:00) 110
Tabulka 6-52: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na R35 (06:00 – 18:00) 111
Tabulka 6-53: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D1 a R48 (18:00 – 24:00) 112
Tabulka 6-54: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů na D2. D3, D5, D8 a R10 (18:00 – 24:00) 113
Tabulka 6-55: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D11 (18:00 – 24:00) 114
Tabulka 6-56: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na R35

(18:00 – 24:00) 114
Tabulka 6-57: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 (1. část) dle denní doby.. 114
Tabulka 6-58: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 (2. část) dle denní doby.. 115
Tabulka 6-59: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D11 a R35 dle denní doby ... 115
Tabulka 6-60: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D3 a D5 dle denní doby 115
Tabulka 6-61: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D8 a R10 dle denní doby 115
Tabulka 6-62: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D2 dle denní doby 116
Tabulka 6-63: výhledové průměrné denní intenzity nákladních vozidel (06:00 – 18:00) 118
Tabulka 6-64: výhledové intervaly nájezdu na dálnice a rychlostní komunikace pro r. 2040 (06:00 – 18:00) 119
Tabulka 6-65: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D1 a R48 (06:00 – 18:00) 120
Tabulka 6-66: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na D2, D3, D5, D8 a R10 (06:00 – 18:00) 122
Tabulka 6-67: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na D11 (06:00 – 18:00) 122
Tabulka 6-68: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na R35 (06:00 – 18:00) 123
Tabulka 6-69: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 (1. část) dle denní doby.. 123
Tabulka 6-70: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 (2. část) a R48 dle denní doby 123
Tabulka 6-71: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D11 a R35 dle denní doby ... 123
Tabulka 6-72: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D3 a D5 dle denní doby 123
Tabulka 6-73: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D8 a R10 dle denní doby 123
Tabulka 6-74: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D2 (06:00-18:00) 123
Tabulka 6-75: Porovnání aktuálních a výhledových hodnot v období den (06:00-18:00) prvního modelu 125
Tabulka 6-76: Porovnání aktuálních a výhledových hodnot v období den (06:00-18:00) druhého modelu 126
Tabulka 6-77: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 (1. část) – výhled, 2. model 126
Tabulka 6-78: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 (2. část) a R48 – výhled, 2. model 126
Tabulka 6-79: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D11 a R35 – výhled, 2. model 126
Tabulka 6-80: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D3 a D5 – výhled, 2. model 126
Tabulka 6-81: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D8 a R10 – výhled, 2. model126
Tabulka 6-82: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D2 (06:00-18:00) – výhled, 2. model 126

Seznam obrázků

Obrázek 1-1: Princip modelování a simulace 4

Obrázek 2-1: Délka sítě dálnic a silnic v ČR 13

Obrázek 2-2: Vývoj dopravních výkonů na dálnicích, rychlostních silnicích a silnicích I., II. A III. tříd od r. 2005 18

Obrázek 2-3: skladba dopravního proudu na dálnicích a rychlostních silnicích 19

Obrázek 2-4: vývoj počtu vozidel překračujících státní hranici dle skladby dopr. proudu 19

Obrázek 2-5: počet vozidel překračujících státní hranici v pracovních dnech 20

Obrázek 2-6: vývoj počtu vozidel překračujících státní hranici podle domovské příslušnosti 20

Obrázek 2-7: únik nákladní dopravy z D11 na komunikaci č. 611 21

Obrázek 2-8: únik nákladní dopravy z R10 na komunikaci č. 610 22

Obrázek 2-9: Charakteristiky dopravního proudu dle Greenshielda 25

Obrázek 2-10: vztah mezi hustotou dopravního proudu a rychlostí 25

Obrázek 3-1: denní variace intenzit dopravy v běžný pracovní den (osobní vozidla) 28

Obrázek 3-2: denní variace intenzity dopravy v běžný pracovní den (vozidla celkem) 29

Obrázek 3-3: denní variace intenzity dopravy v běžný pracovní den (nákladní vozidla) 29

Obrázek 3-4: Hodinové intenzity dopravy nákladních vozidel, dálnice D1, úsek 1-8080, oba směry celkem, roky 2004 a 2010 30

Obrázek 3-5: Schéma modelu 34

Obrázek 3-6: Schéma modelu s exity a nájezdy 34

Obrázek 3-7: funkce hustoty pravděpodobnosti beta rozdělení aktivity Mirošovice v denní době 06:00 – 18:00 35

Obrázek 3-8: funkce hustoty pravděpodobnosti beta rozdělení aktivity Mirošovice pro denní dobu 18:00-24:00 (vlevo) a pro denní dobu 00:00-06:00 (vpravo) 37

Obrázek 3-9: kapacity zdrojů 39

Obrázek 3-10: Schéma modelu s exity a nájezdy 41

Obrázek 3-11: Schéma modelu s exity a nájezdy 42

Obrázek 4-1: počet potřebných běhů simulace pro 95% (vlevo) a 97,5% intervaly spolehlivosti pro model dálnice D1 (vpravo) 43

Obrázek 4-2: počet potřebných běhů simulace pro 99% intervaly spolehlivosti pro model dálnice D1 43

Obrázek 4-3: délka fronty na aktivitu Velká Bíteš od Kývalky 44

Obrázek 4-4: čas v minutách strávený ve frontě na aktivitu Velká Bíteš ze směru Kývalka 44

Obrázek 4-5: délka fronty na aktivitu Velká Bíteš od Brna 47

Obrázek 4-6: délka fronty na aktivitu Humpolec od Brna 47

Obrázek 4-7: Relativní porovnání vývoje počtu nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 48

Obrázek 4-8: Relativní porovnání vývoje počtu nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D11

a R35 50
Obrázek 4-9: Relativní porovnání vývoje počtu nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 (1. část) 50
Obrázek 4-10: Relativní porovnání vývoje počtu nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 a R48 (2. část) 50
Obrázek 4-11: délka fronty na aktivitu Velká Bíteš od Brna 51
Obrázek 4-12: délka fronty na aktivitu Vyškov od Hulína 51
Obrázek 4-13: délka fronty na aktivitu Kluk od Hradce Králové 51
Obrázek 4-14: délka fronty na aktivitu Vyškov od Olomouce 52
Obrázek 4-15: Relativní porovnání vývoje počtu nákl. vozidel na sjezdech a nájezdech D2 54
Obrázek 4-16: Relativní porovnání vývoje počtu nákl. vozidel na sjezdech a nájezdech D1. 54
Obrázek 4-17: Relativní porovnání vývoje počtu nákl. vozidel na sjezdech a nájezdech D1 a R48 55
Obrázek 4-18: Relativní porovnání vývoje počtu nákl. vozidel na sjezdech a nájezdech D11 a R35 55
Obrázek 4-19: Relativní porovnání vývoje počtu nákl. vozidel na sjezdech a nájezdech D3 a D5 56
Obrázek 4-20: Relativní porovnání vývoje počtu nákl. vozidel na sjezdech a nájezdech R10 a části R35 56
Obrázek 4-21: výhledové intenzity dopravy do r. 2050 61
Obrázek 4-22: Prognóza intenzit dopravy R35 62
Obrázek 4-23: evropský význam dálnice D8 a prognóza intenzit dopravy 64
Obrázek 6-1: síť dálnic a rychlostních silnic k 1.1.2013 72
Obrázek 6-2: síť dálnic a rychlostních silnic (výhledový stav) 73
Obrázek 6-3: širší vztahy silniční sítě ČR 74
Obrázek 6-4: mýto (výkonové zpoplatnění) 75
Obrázek 6-5: intenzity dopravy na základě CSD 2010 76
Obrázek 6-6: Prognóza intenzit dopravy na silnicích ČR pro rok 2040 77
Obrázek 6-7: Panevropské dopravní koridory 78
Obrázek 6-8: 3 varianty koridorů R35 79
Obrázek 6-9: legenda k obrázku zachycující intenzity dopravy na základě CSD 2010 79
Obrázek 6-10: Koeficienty vývoje intenzit dopravy pro skupinu lehkých vozidel 80
Obrázek 6-11: Koeficienty vývoje intenzit dopravy pro skupinu těžkých vozidel 80
Obrázek 6-12: Hraniční přechody ČR – září 2010 81
Obrázek 6-13: Tranzitní doprava mezi hraničními přechody ČR – nákladní automobily 82
Obrázek 6-14: Mezistátní doprava realizovaná přes území ČR – nákladní automobily 83
Obrázek 6-15: model hlavních tahů ČR – výhledový stav, 2. model 127

Úvod

Obor zvaný simulace má velmi široký prostor praktického využití, což má za následek znančný nárůst popularity simulačních modelů v poslední době. Modelování a simulace pomáhají při studiu různých systémů, přičemž systémem mohou být různé entity jako například most, populace zvířat, molekula, skupina přátel, firma, silnice, fronta v obchodě, vyšetření v nemocnici, výroba produktu a jiné. Hlavním přínosem simulace a modelování je donucení tvůrce simulačního modelu přemýšlet nad danou řešenou situací v souvislostech. Při modelování je třeba se rozhodnout, co se zahrne do modelu, od čeho se abstrahuje, a jak se zformulují vztahy mezi jednotlivými částmi systému. Dále se musí autor simulačního modelu zamyslet nad otázkou, zda daný model odpovídá reálnému systému a proč se chová právě tak, jak se chová, a co z toho plyne. Díky simulaci je možné si nanečisto vyzkoušet efekt různých zásahů do systémů a pokusit se o lepší návrh systémů, předvídat budoucí vývoj systémů a testovat vyřknuté hypotézy o fungování zkoumaných systémů.

V posledních letech dochází k prudkému nárůstu automobilové dopravy, jak dokládají data z pravidelných celostátních sčítání dopravy (dále jen CSD). Uspokojovat poptávku v odpovídající kvalitě a výkonnosti pro každého účastníka dopravy je stále obtížnější. Určitým omezujícím faktorem dalšího nárůstu automobilové dopravy je silniční síť, resp. její kapacita. Z hlediska provozu je síť pozemních komunikací využita na plnou kapacitu pouze v některých úsecích a některých denních časech v průběhu dopravní špičky. V takových denních nebo týdenních časech je momentální momentální poptávka po přepravním výkonu v daném místě vyšší, než je projektovaná aktuálně dostupná kapacita komunikace. Důsledkem toho je tvorba kongescí. Jejich četnost roste se zvyšující se životní úrovní obyvatel. V České republice je nutné dostavět základní síť kapacitních komunikací včetně obchvatů měst. Současně s růstem životní úrovně a stále se zvyšujícím počtem motorových vozidel však i po dokončení celé sítě komunikací nebude nikdy k dispozici tolik dálnic a silnic, aby přenesly vždy a za všech okolností veškerou poptávku po dopravě. Zejména ve městech s velkým počtem obyvatel bude kapacita komunikací vždy limitována prostorovými možnostmi zástavby intravilánu i ekologickými požadavky [10].

Česká republika bude vzhledem ke své geograficky atraktivní poloze zaujímat stále významnější postavení v evropském dopravním systému. Systematickým budováním páteřních silnic v jednotlivých regionech jsou pokládány základní kameny pro jejich ekonomický rozvoj, zvýšení atraktivity přilehlého území a vylepšení funkčnosti stávajících či budoucích návazných silničních sítí. V případě poruchy páteřní sítě silnic v ČR hrozí, že nastane imobilita některých regionů; vzroste nezaměstnanost, klesnou ceny nemovitostí, turisté přestanou přijíždět atd. Je všeobecně známo, že k takovým poruchám dochází na území České republiky velmi často. Dálniční síť je nedobudovaná, totéž platí pro síť rychlostních silnic. Přitom funkční silniční doprava je nejdůležitějším předpokladem prosperujícího hospodářského a společenského života a základem pro zvyšování konkurenceschopnosti českého průmyslu. Kvalitní dálniční sítí zvyšuje

konkurenceschopnost a atraktivitu dané země pro různé investory, vlastníky skladů a veřejných logistických center [10].

Mezi prioritní projekty dopravní politiky České republiky patří výstavba rychlostní silnice R35. Komunikace R35, která prochází napříč Libereckým, Královehradeckým, Pardubickým a Olomouckým krajem, by měla po dokončení představovat alternativu k přetížené dálnici D1 a stát se tzv. severní trasou spojující Čechy a Moravu. Po dokončení bude R35 druhou nejdelší čtyřproudovou silnicí v České republice, hned po dálnici D1.

Práce se zabývá právě problematikou dopravních simulačních modelů. Je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Úvodní část, ve které je definována základní teorie, má za cíl seznámit čtenáře s myšlenkami a výhodami, které simulační modely nabízejí. Dále je čtenář obeznámen se základními údaji o dálniční a silniční síti v České republice. V praktické části se již práce zabývá specifickým simulačním modelem vybraných dálnic a rychlostní komunikace R35, který má poukázat na možnosti využití těchto dopravních modelů v praxi.

Hlavním cílem této práce je vytvoření věrohodného simulačního modelu pro nákladní vozidla v programu SIMUL8, který by umožnil na základě pozdější analýzy, eliminovat nadefinované hlavní problémy, které jsou spojeny s růstem nadměrné dopravní poptávky, která je ovlivněna řadou obtížně předpovídatelných faktorů. Stěžejní zkoumanou situací této práce je dostavba rychlostní silnice R35 a její důsledky na distribuční strategii v České republice. Jelikož současný hlavní tranzitní tah nákladních vozidel je ze Slovenska a Polska do Německa a opačně (přes dálnici D1 z Bohumína či z Českého Těšína, přes dálnici D2 z Břeclavi, přes R52 z Mikulova, přes dálnici D3 z Dolního Dvořiště, D5 z Rozvadova či přes dálnici D8 z Krásného Lesa), dostavba R35 by těmto hlavním tahům mohla ulehčit díky její strategické poloze vůči D1, která v současnosti trpí enormními kongescemi nejen z důvodů jejích právě probíhajících rozsáhlých oprav, ale i z důvodu častých nehod a také růstu dopravní poptávky.

Autorka této práce předpokládá, že kompletní dostavba rychlostní silnice R35 významně ulehčí dálnici D1, zvláště pak po dokončení dálnice D8 v celém jejím plánovaném rozsahu. V práci je analyzováno na základě výsledků simulace vycházející z aktuálních průměrných denních intenzit dopravy, ze kterých regionů by se vyplatilo jezdit novou rychlostní komunikací místo dálnice D1 a jak moc by se mohlo přetížené dálnici D1 ulevit. Nová komunikace povede některými regiony a okresy s vysokou nezaměstnaností. Předpokládá se, že vznikne mnoho průmyslových zón a skladových areálů v těchto oblastech. V práci je odhadnuto, kde a kolik nových skladů a distribučních center pravděpodobně vznikne. Dálnice D1 je dnes využívána pro mnoho nákladních přeprav, protože je nejrychlejší, není ale nejkratší. Nová severní dálnice by zkrátila vzdálenost mnoha přeprav. Podobné je to i u osobní dopravy, kdy si řidiči raději volí delší, ale pohodlnější a rychlejší cestu. V neposlední řadě je zmíněná spekulace nad elektronickým mýtným a možnostech jeho objíždění v případě, že pro řidiče není doba jízdy hlavní prioritou. V závěru práce je dán prostor úvaze a kritice pomalé výstavby dálnice. Dostavba dálnice by měla být ekonomicky výhodná a měla by mít pozitivní sociální a ekologický dopad. Nabízí se tedy položit otázku, jak je možné, že se výstavba zdržuje a protahuje.

1 Modelování a simulace v dopravě

Na začátku této kapitoly je zapotřebí upozornit na skutečnost, že veškeré modely nejsou zcela reálné, protože se vždy jedná o zjednodušení skutečnosti abstrakcí reality. Nikdy se tedy nejedná o zcela shodný model s realitou, jelikož model se vždy od skutečnosti do určité míry liší. Díky zmíněnému zjednodušení modelu, které pomáhá v pochopení reality, je model následně jen do určité míry užitečný. Hlavním kritériem všech modelů je užitečnost (pro předem stanovený účel), nikoliv míra reálnosti. Míra užitečnosti (a její hodnocení) je relativní – odvíjí se od zadaných požadavků na míru přesnosti modelu s realitou vzhledem k názornému zachycení podstaty modelované reality. Tedy míra užitečnosti se odvíjí od požadované míry zachycení věrnosti reality vzhledem k plánovanému využití modelu (např. jen jako výuková pomůcka, sdílení myšlenek, či jako nástroj pro detailní analýzu jednotlivých procesů s následnou optimalizací).

Mezi modely se řadí nejen matematické a výpočetní modely, ale i fyzické modely (dopravní prostředky, stavby, ...), mapy, plány, návrhy, fyzikální zákony, karikatury, hry (v přírodě, deskové, počítačové), metafory, analogie, mentální strategie a také různé příběhy. Všechny zmíněné modely jsou do určité míry zkreslené a zjednodušené oproti realitě. Jednotlivé modely mohou sloužit k mnoha různorodým činnostem – od porozumění, objevování, učení, tréninku, zábavy, po predikci, testování hypotéz, až po návrh systémů a následnou optimalizaci.

V pojetí modelování představuje model a simulace dva základní pojmy, je vhodné si je tedy přiblížit:

- Model – představuje matematický popis řešeného problému, reality, případně jeho části. Jeden model většinou vyjadřuje jeden objekt reality. Na základě detailnosti výběru prvků reality se mění i detailnost vlastní simulace.
- Simulace – reprezentuje spojení jednotlivých modelů do jednoho celku, zajištění vzájemných vazeb a interakcí. Činnost simulace způsobuje, že jednotlivé modely se chovají na základě svých matematicky zapsaných vlastností a rovněž mezi sebou vzájemně reagují.

Definic pojmu simulace existuje mnoho, dle definice Shannona [19] je simulace proces vytváření modelu reálného systému a provádění experimentů s tímto modelem za účelem pochopení chování studovaného systému či za účelem posouzení různých variant činnosti systému.

1.1 Historický vývoj simulace

Technika simulace je využívána již od počátků naší společnosti, jelikož lidé se vždy snažili napodobovat některé procesy. Simulace je chápána jako napodobování činností systému v průběhu času [4]. Bohužel jako mnoho jiných disciplín je i simulace a její rozvoj úzce spjat s válkou. Postupně se tyto postupy přenesly přes biologické, fyzikální, chemické až do podnikových procesů. Simulace vznikla z metody Monte Carlo, od které se postupně oddělila v samostatnou disciplínu. Za autora metody Monte Carlo je považován polský matematik Stanislaw Ulam, který za 2. světové

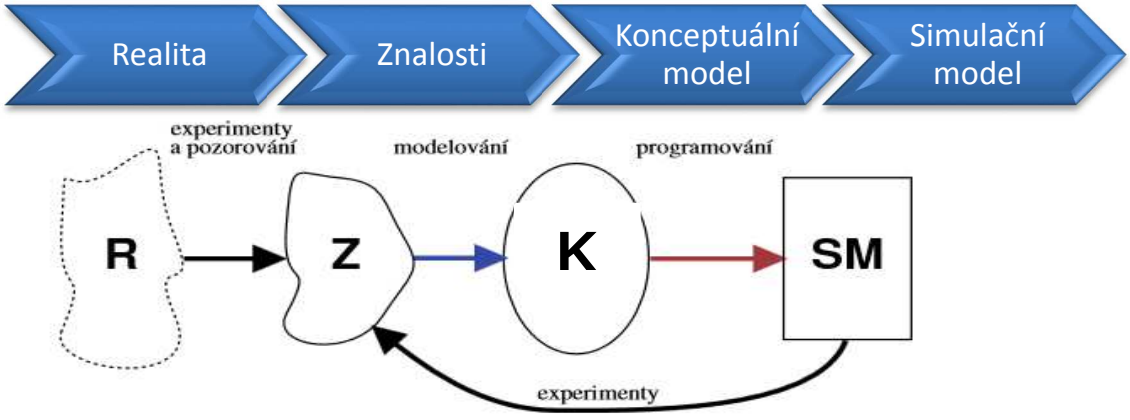
války pracoval na projektu „Manhattan“[1]. Jako u mnoha matematických a pravděpodobnostních disciplín je objev této metody spojen s hazardem[2]. Je pravdou, že tato metoda jako taková byla známa již dříve, ale až pánové Stanislaw Ulam, John von Neumann a Nicholas Metropolis vytvořili první počítačové algoritmy pro danou metodu a ukázali převod deterministických úloh na úlohy náhodné a jejich řešení statistickými postupy [3].

Akcelerace vývoje simulačních technik nastala s rozmachem počítačové techniky, který umožnil provádění dlouhých a mnohočetných simulací v relativně krátkém čase. Programové vybavení se vyvíjelo od původních programů, kde byly nepostradatelné znalosti programovacích jazyků, až po dnešní velice uživatelsky jednoduché programy. Nejvíce rozšířenými simulačními programovacími jazyky se staly GPSS, SIMSCRIPT, SIMULA a CSL. Mezi další známé, ale již méně používané jazyky patřily např.: SIMON, GASP, Q-GERT, DYNAMO a další.

1.2 Základní pojmy a struktura systému

Princip modelování a simulací znázorňuje Obrázek 1-1. Cílem simulace je získat nové znalosti o modelovaném systému.

Na základně znalostí o reálném systému je možné vytvořit tzv. konceptuální (abstraktní) model, který je formován na bázi zjednodušeného popisu zkoumaného systému. Je nutné přesně stanovit důležité prvky systému, které ovlivňují jeho stav. Ostatní prvky, které jsou méně důležité či zanedbatelné pro chod systému, se mohou ve vytvářeném modelu ignorovat. Tuto míru zjednodušení, resp. abstrakci, dokládá Paretův princip, kdy 80% funkcionality je dosaženo 20% příčin. Kdyby při tvorbě konceptuálního modelu nebylo využito určité míry abstrakce, vznikaly by tak komplikované a složité modely, které by pravděpodobně nebyly řešitelné. Po zápisu konceptuálního modelu do některého ze simulačních programů vzniká simulační model. Poté nastává fáze verifikace a validace modelu, kdy se ověřuje správnost daného modelu.



Obrázek 1-1: Princip modelování a simulace Zdroj: [18]

[1] Manhattan - byl krycí název pro vývoj jaderných zbraní a simulace byla sestrojena pro její výbuch.

[2] Traduje se, že Ulam tuto metodu objevil při zkoumání pravděpodobnostní výhry v kartách. Název metody je odvozen od proslulého města hazardu Monte Carla. První článek o této metodě byl publikován v roce 1949.

Je-li daný model uspokojivý, nastává fáze simulace, resp. experimentování se simulačním modelem. Na závěr dochází k analýze a interpretaci výsledků.

Pochopitelně každá simulace je svým způsobem individuální práce, avšak lze stanovit obecný rámec prací a shrnout je do následujících fází [3][3]:

Fáze 1: Formulace problému a stanovení cílů

Fáze 2: Základní návrh modelu

Fáze 3: Sběr dat

Fáze 4: Tvorba modelu

Fáze 5: Verifikace a validace

Fáze 6: Simulace a analýza výsledků

Fáze 7: Dokumentace modelu

Fáze 8: Implementace

Konečnou fází simulačního projektu je jeho implementace do reálného systému. Pokud klient spolupracuje s řešitelským týmem na simulačním projektu, má model větší šanci na implementaci. Té by se měl účastnit i řešitelský tým, neboť jestliže je implementace ponechána pouze na klientovi, snižuje se pravděpodobnost úspěchu projektu.

1.3 Druhy simulací

Základním účelem tvorby simulačních dopravních modelů je zejména modelování pohybu a vzájemné interakce účastníků provozu (vozidel). Hlavním kritériem při tvorbě dopravních modelů je především rozsah modelovaného prostředí a míra detailu, s jakým by měl model reprezentovat skutečnost. Podle rozsahu modelovaného prostředí lze modely rozdělit na makroskopické, mesoskopické a mikroskopické. Mesoskopické simulační nástroje tvoří určitý průnik makroskopických a mikroskopických simulačních nástrojů, ale s nižším detailem přiblížení v obou krajních rovinách. Jejich využití je tedy s ohledem na zbylé kategorie minimální [26].

Simulace spočívají v programové realizaci většího množství pokusů s náhodně generovanými parametry pokusu a v následném statistickém vyhodnocení výsledků množiny pokusů. Numerické techniky pro generování a zpracování náhodných čísel se obecně nazývají metody Monte Carlo. Simulační model založený na experimentálním modelování provádí (v rámci jednoho simulačního experimentu) pouze transformaci množiny číselných parametrů modelu na množinu číselných výsledků. Narozdíl od matematického modelu je třeba pro získání nějakých závislostí výsledků na parametrech realizovat větší množství (časově náročných) pokusů [20].

Pro generování náhodných čísel se používají generátory náhodných čísel, které z posledního (nebo několika posledních) prvku(ů) posloupnosti náhodných čísel počítají podle vhodně zkonstruovaného vzorce další prvek. Nejde tedy přímo o čísla náhodná, ale pseudonáhodná,

[3] Jednotlivé fáze jsou podrobně popsány v [3].

což ovšem nevadí, pokud splňují požadované pravděpodobnostní rozdělení a sousední prvky posloupnosti jsou statisticky nezávislé. Naopak má tento způsob generování výhodu v reprodukovatelnosti. Programově realizované (knihovní) generátory náhodných čísel zpravidla generují čísla s rovnoměrným pravděpodobnostním rozdělením na intervalech např. 0…1 či 0…max. Pokud jsou zapotřebí náhodná čísla s jiným než rovnoměrným rozdělením, vytváří se programově sekundární generátor, který vyvolává základní generátor s rovnoměrným rozdělením a výsledky transformuje na požadované rozdělení [3], [20].

1.3.1 Metoda Monte Carlo

Simulace jako taková vznikla z metody Monte Carlo, od které se postupně oddělila v samostatnou disciplínu. Metodou Monte Carlo se rozumí numerické řešení pravděpodobnostních i deterministických úloh pomocí statistického experimentu. Řešení získané metodou Monte Carlo má tedy pravděpodobnostní charatekter, jde o statistický odhad, jehož přesnost roste s počtem pokusů. Simulace a metoda Monte Carlo představují obecné metody, které se využívají ve fyzice, chemii, biologii, strojírentství, vojentství, dopravě a dalších disciplínách, včetně podnikového managementu a ekonomických procesů [3].

1.3.2 Diskrétní a spojitá simulace

Diskrétní simulace (simulace diskrétních událostí, anglicky discrete simulation, event-based simulation) nesleduje chování modelu v kontinuálním čase, ale jen v důležitých okamžicích (událostech), které ovlivní další vývoj simulace (např. příchod nové zakázky, dokončení výrobku).

Spojitá simulace sleduje chování modelu v kontinuálním čase. Ve spojitých simulačních modelech je stav systému popsán souborem proměnných, které se v čase mění spojitě, pro systém je tedy charakteristická neustálá změna. Spojitá simulace je typická pro fyzikální a technické aplikace [3].

1.3.3 Makroskopická simulace

Makroskopické simulační nástroje vycházejí z modelování celých dopravních proudů na základě standardních makroskopických veličin jako například intenzity, hustoty, rychlosti dopravního proudu a vztahů mezi nimi. Mezi základní simulační možnosti patří přidělení dopravní zátěže na simulační síť, identifikace „dopravních hrdel“, tvorba šokových vln, apod. Jejich podstata je velice blízká standardním dopravně kapacitním výpočtům, avšak výhodou je automatizace tohoto procesu a rovněž možnost analýzy velmi rozsáhlé sítě [26].

1.3.4 Mikroskopická simulace

Na rozdíl od makroskopických modelů jsou využívány pro simulaci prostorově výrazně menších sítí komunikací, či jen jedné vybrané části komunikace nebo křižovatky. Podstatou mikroskopické simulace (mikrosimulace) je modelování jízdy jednotlivých vozidel po dané komunikační síti, přičemž se zohledňují všechny parametry infrastruktury i dopravních prostředků, a to včetně chování řidiče. Zadávají se tedy obecně známé parametry - například u dopravních prostředků

se zadávají informace jako jejich rozměry, dosahované rychlosti a zrychlení, hmotnost vozidla výkon jeho motoru. Vlastní chování vozidel, jejich vzájemné interakce, reakce na okolní podněty jsou dány dlouhodobě ověřenými a detailně zpracovanými modely. Tradiční výpočtové metody dosazují agregované údaje jako celkové intenzity, podíly nákladních vozidel v dopravním proudu a další údaje do matematických vzorců, které jsou výrazně zobecněny pro možnost běžného nasazení přímo z reálného prostředí. Tento proces je velmi náročný na odbornou práci [26].

1.4 Modelování v dopravě a zásady dopravní prognózy

Zájem o dopravní modelování je možné sledovat už od první poloviny 20 století. Vytvářelo se velké množství různých modelů, ale mezi ty, jež se uchytily, patří zejména Greenshieldsův lineární model, Greenbergův logaritmický model, Underwoodův exponenciální model nebo Pipesův zobecněný model. Některé z těchto modelů jsou dokonce ještě dnes používány pro zjednodušený popis stavu dopravy. Všechny zmíněné modely vycházejí ze stejného základního vztahu rychlosti a hustoty dopravního proudu, jehož výsledkem je intenzita dopravního proudu. Modely v uvedeném pořadí vznikaly postupem času, a to vždy jako důsledek vylepšení nějakého nedostatku jejich předchůdců. Ani jeden ze vzniklých modelů není natolik vydařený, aby jej bylo možné použít pro univerzální modelování jakýchkoli podmínek – každý z modelů se hodí pro specifické podmínky. Pokud je dnes zapotřebí vytvořit přiměřeně přesný model dopravního proudu pro co nejširší spektrum možných podmínek, využívají se tzv. multirežimové kombinované modely, jež kombinují různé modely, tedy jejich vhodnost pro určité situace, dohromady [13].

Pro modelování dopravy je nezbytná prognóza dopravy, jak je uvedeno v [30]. Návrhové charakteristiky se odvozují jako prognóza, vycházející ze sledování současného stavu. Jsou dvě základní prognostické metody: trendová prognóza a modelová prognóza. Prognóza pomocí modelování je nezbytná tehdy, když je dopravní zařízení nově navrhováno, nebo když dochází k významným změnám v struktuře dopravy, struktuře komunikační sítě, očekávaným změnám socioekonomických hodnot využití území a je založena na předvídání celkového vývoje, který je aplikován na dané území a jeho komunikační síť. Jedná se o změny [30]:

a) vyvolané vybudováním nové spojnice, nové kapacity nebo nové kvality (nabídka),
b) promítající se do dělby mezi jednotlivými druhy dopravy (změna nabídky vyvolá změnu poptávky),
c) ve stupni motorizace, automobilizace, dopravního chování obyvatel (poptávka),
d) socioekonomických ukazatelů území (počet bydlících, pracovních příležitostí a dalších kapacit) – (změny v poptávce),
e) v charakteristickém rozdělení mezi pracovním dnem, víkendovým provozem a sezónním provozem (změny v poptávce).

1.4.1 Kapacita dopravy

Kapacita pozemní komunikace je maximální počet vozidel, která mohou úsekem (profilem) komunikace za daných podmínek projet v jednom směru nebo v obou směrech dohromady [30]. Metodiku výpočtu kapacity pozemních komunikací uvádí normy ČSN 736101 Projektování silnic a dálnic a ČSN 736110 Projektování místních komunikací. V této práci se budou případné výpočty týkající se kapacity pozemních komunikací řídit především normou ČSN 736101.

Kapacita $_{KAP}Q$ *[voz/hod]* je největší počet prvků dopravního proudu (os. vozidel), které za jednu hodinu mohou projet stanoveným úsekem za ideálních podmínek. Hodinové intenzity limitované kapacitou jsou dále závislé na podílu nákladních vozidel v dopravním proudu, na schopnostech řidičů, na povětrnostních podmínkách, na podmínkách sjízdnosti a ve významné míře na neproměnných i proměnných parametrech pozemní komunikace. Tuto závislost lze zjistit výběrovým šetřením v dané oblasti [30].

Kapacita pozemních komunikací je ovlivněna řadou faktorů. Při výpočtech kapacity ozemních komunikací v extravilánu dle ČSN 736101 Projektování silnic a dálnic] se zohledňují pomocí koeficientů především tyto faktory:

- šířka komunikace – koeficient nabývá hodnot 0,5 až 1,0 v závislosti na kategorijní šířce komunikace a požadované rychlosti,
- při stoupání podíl velmi pomalých vozidel - koeficient nabývá hodnot 0,5 až 1,0 v závislosti na stupni ohodnocení stoupání a počtu velmi pomalých vozidel,
- možnost předjíždění - koeficient nabývá hodnot 0,2 až 1,0 v závislosti na intenzitě dopravního proudu v protisměru a možnosti předjíždění při zajištění potřebného rozhledu pro předjíždění.

1.4.2 Intenzita dopravy

Intenzita dopravy je definována jako počet vozidel, která projdou daným profilem komunikace za jednotku času. Je ovlivněna dopravními, stavebními a povětrnostními podmínkami. Maximálních intenzit dopravního proudu je dosahováno při poměrně malých rychlostech v rozmezí mezi 35 - 45 $km.h^{-1}$ [15].

Na základě právě zmíněné definice intenzity dopravy je možné kapacitu komunikace definovat také jako přípustnou intenzitu odpovídající konkrétním stavebním a dopravním podmínkám a požadované jízdní rychlosti. Maximálních hodnot kapacity pozemních komunikací je tedy možné dosáhnout při ideálních dopravních, stavebních a povětrnostních podmínkách.

Prognóza intenzit automobilové dopravy se provádí [6]:

- metodou jednotného součinitele růstu, nebo
- matematickým modelem zatížení dopravní sítě.

Metoda jednotného součinitele růstu vychází z předpokladu stejného růstu intenzit dopravy na všech komunikacích stejného typu bez ohledu na jejich polohu v území. Výhledová intenzita dopravy se odvozuje z výchozí intenzity dopravy zjištěné na dané komunikaci a z koeficientu

prognózy intenzit dopravy. Metodu jednotného součinitele růstu lze bez dalších omezení použít pro prognózu intenzit dopravy na stávající komunikaci, u které v období vymezeném výchozím a výhledovým rokem nedojde ke změnám s podstatným vlivem na intenzitu dopravy [6]. Koeficienty vývoje intenzit dopravy jsou uvedeny v TP 225 [2].

Matematický model zatížení dopravní sítě zohledňuje skutečnost, že faktory ovlivňující vznik dopravních vztahů se v území nerozvíjejí rovnoměrně. Pro zpracování matematického modelu zatížení dopravní sítě se zpravidla používá některý specializovaný software [1].

1.5 Význam a využití simulačních modelů v praxi

Simulace je univerzální metodou zkoumání složitých systémů, její aplikace jsou velmi různorodé. Zvyšující se možnosti počítačové techniky a simulačních programů zvyšují atraktivitu simulace, což vede k rostoucímu počtu aplikací ve všech oblastech. V následujícím přehledu jsou uvedeny tradiční aplikace simulace [3].

- Rozvrhování výroby - optimalizace rozsáhlých výrobních systémů různých typů (strojírenství, potravinářská a chemická výroba) s cílem zkrátit výrobní proces, minimalizovat náklady, zvýšit produktivitu, zlepšit přidělování zdrojů, připravit projekty nových výrobních systémů, navrhnout dispoziční uspořádání výrobních zařízení v prostoru atd.
- Rozvrhování výroby - rozvrhování výrobních procesů, systémy online plánování (přidělování zdrojů, kontrola dodržování termínů).
- Modely zásob - analýza logistických procesů v podniku i v prostředí dodavatelsko-odběratelských řetězců (supply-chain management) s cílem snížit nutné zásoby a nedokončenou výrobu, minimalizovat roziko vzniku nepokrytí požadavků.
- Modely zásob - optimalizace pravidel skladování, např. zlepšit systém manipulace s materiálem či s výrobky, zvýšit propustnost příjmu a expedice.
- Modely zásob - systémy řízení zásobovacích procesů (variabilita druhů požadavků a jejich výskytu, víceúrovňové zásobovací procesy).
- Modely hromadné obsluhy - optimalizace obslužných systémů různého typu, např. zajištění prodeje a servis výrobků, organizace záchranné zdravotnické služby, využití lůžek a drahých zdravotnických technologií.
- Řízení projektů - řízení a plánování rozsáhlých projektů.
- Dopravní systémy, železniční, silniční a letecký provoz – mikrosimulace a makrosimulace. Častá je kombinace dopravní problematiky s dalšími oblastmi lidského vědění, ať se jedná o ekonomiku, dopravní stavebnictví či urbanismus.
- Komunikační systémy, pravidla pohybu dokumentů.
- Finanční plánování a řízení rizik.
- Simulace složitých odstávek výrobních zařízení při plánované údržbě.

1.6 Simulační programy

Simulační programy, simulace a modely umožnily určitý náhled do budoucna, díky kterému firmy a podniky mohou včas rozšiřovat nebo omezovat svou výrobu či provozní náklady v závislosti na jejich požadavcích nebo na vývoji dané poptávky v odvětví.

1.6.1 Programovací jazyky

Simulaci je možno sestrojit pomocí klasických programovacích jazyků, např. C++, Pascal nebo MS Visual Basic. Pro tvorbu simulací jsou nutné nejen výborné znalosti podstaty fungování simulací, ale i programovacích jazyků. Hranice možností jsou tedy dány pouze umem programátora a počítačovým vybavením. Značnou nevýhodou takto zkonstruovaných simulací jsou velké nároky kladené na programátora a nutnost zásadního přeprogramování i jen pro drobné úpravy.

1.6.2 Simulační programovací jazyky

Simulační programovací jazyky představují speciální programovací jazyky popisující fungování simulace na počítači a poskytující prostředky, které usnadňují efektivní popis chování modelů, struktury modelů (a propojení jejich komponent) či simulačních experimentů. Jsou vytvořeny speciální programy pro diskrétní, spojitou a kombinovanou simulaci. Nejvíce rozšířenými se staly jazyky GPSS, SIMSCRIPT, SIMULA a CSL. Jazyky GPSS a SIMSCRIPT vznikly v 70. letech v USA [9].

Na přelomu 90. let 20. století se na trhu objevily první specializované programy. Jedná se již o programy, které jsou známé z dnešní doby. Jsou to například programy SIMUL8, ARENA, ProMODEL, MedMODEL, WITNESS, GPSS/H či SIMPROCESS. Tyto simulační prostředky již nabízejí komfortní vizuální prostředí s již předdefinovanými, nejčastěji používanými činnostmi. Úlohou tvůrce již není tedy podrobné programování a psaní jednotlivých strojových kodů. Tvůrce se již může zaměřit na samotnou práci vytváření modelovaného procesu či systému, který může díky těmto výše zmíněným programům lehce vytvořit a může na základě opakovaných simulací vyhodnocovat a získávat výstupní informace, které budou vyhovovat nejrůznějším požadavkům [9].

Přímo pro dopravní plánování a modelování dopravní poptávky existují specializované simulační programy jako Aimsun, PTV VISUM, PTV VISSIM, PTV VISTRO a další. Nejrozšířenějšími makroskopickými simulačními nástroji v České republice jsou VISUM, OmniTRANS nebo EMME/2 nebo EMME/3. Z ostatních pak lze zmínit např. FREFLO, FREQ, KRONOS, METACOR, NETCELL, NETVAC, QUESTOR a nebo český software AUTO. Sofistikovanější mikroskopické programové balíky (VISSIM, PARAMICS, AIMSUN NG) umožňují simulaci i náročnějších úloh, jako jsou analýzy vlivu dopravy na životní prostředí (spotřeba, emise), hlukové studie, studie parkování, simulace provozu mýtných bran nebo simulace provozu hromadné dopravy osob. Aimsun je softwarový nástroj určený pro dopravní modelování a simulaci vyvíjený firmou TTS – Transport Simulation Systems. Aimsun slouží k vytváření mikro i makrosimulací, dokonce i jejich kombinací, jedná se tedy o hybridní simulační modely. Funkční

rozsah VISUMu pokrývá celé spektrum pracovních postupů v dopravním plánování, od modelování dopravních sítí k dopravní poptávce až k analýze prognózovaných dopravních proudů individuální dopravy. VISSIM je špičkový software pro mikroskopické simulace individuální i veřejné hromadné dopravy. Ve VISSIMu lze simulovat nejen automobilovou dopravu, ale i interakce s chodci a cyklisty. PTV VISTRO byl vyvinut speciálně pro analýzu dopravního provozu a pomáhá dopravním inženýrům při dopravním plánování.

Simulační software SIMUL8 byl vybrán pro řešení praktické úlohy této práce, přestože se nejedná o simulační software specializovaný přímo na dopravní simulace. Důvodem je absence dostupnosti studentské verze softwarů zaměřených na dopravní simulace na Vysoké škole ekonomické. S programem SIMUL8 se studenti běžně setkávají při studiu předmětu Simulační modely ekonomických procesů.

1.6.3 Simulační software SIMUL8

Simulační program SIMUL8 je produktem firmy SIMUL8 Corporation. Zmíněný software se specializuje na diskrétní simulace výroby, logistiky a podnikových procesů. Dále budou uvedeny základní informace[4] a termíny vhodné pro pochopení simulace v praktické části této diplomové práce.

Program SIMUL8 je uživatelsky přátelský a nevyžaduje programátorské znalosti. Model je tvořen umísťováním ikon a jejich vhodným propojením a nastavením. Program nabízí možnost animace běhu systému, pomocí které lze zkoumat formální správnost modelovaného systému. Takto vytvořená simulace se může zprvu tvářit jako simulace spojitá, ale ve skutečnosti tomu tak není. Změny systému jsou uskutečňovány pouze v diskrétních časových okamžicích. Pohyb entit v systému je pouze vizuálním zpracováním. Pro tvorbu modelu je nezbytná znalost základních modelových prvků. V tomto textu se vychází z verze 21.0 se studentskou licencí.

Po vytvoření validního modelu je využívána jedna z nejdůležitějších funkcí simulací, a tou je experimentování s daným modelem. Nespornou výhodou je automatická tvorba grafických výstupů. Struktura systému v simulačním programu SIMUL8 je tvořena základními modelovými prvky [3]:

- **Entita** – jedná se o objekt, který slouží pro modelování dynamických objektů pohybujících se systémem. Entity vstupují do systému či v něm vznikají, procházejí různými aktivitami, používají nebo využívají předem definované zdroje a nakonec systém opouštějí. Jedná se např. o zákazníka, výrobek, vozidlo, či příkaz apod.
- **Aktivita / Činnost (Activity)** – jedná se o objekt modelující aktivitu, kterou procházejí entity. Pro vykonání aktivity je většinou zapotřebí využití zdroje. Může jít např. o ošetření pacienta lékařem, příjezd vozidla, příchod objednávky apod.
- **Zdroj (Resource)** – je objekt, který slouží pro modelování omezených kapacit pracovníků, materiálů či výrobních prostředků, které jsou využívány entitami

[4] Bližší informace jsou dostupné na serveru http://www.simul8.com/, případně v české verzi http://www.simul8.cz/.

při aktivitách – např. montér, lékař, náhradní dál, telefonní ústředna, křižovatka, tiskárna, pohonné hmoty apod.

- **Fronta / Zásobník (Queue)** – představuje objekt, který modeluje hromadění entit – např. zzásoba zboží ve skladu, fronta v čekárně u lékaře, dopravní zácpa apod. Fronty obvykle předcházejí aktivity, na jejichž provedení entity čekají většinou z důvodu nedostupnosti zdrojů.
- **Vstup (Start Point)** – je objekt zachycující vstup entit do systému – např. příchod zákazníka, vznik výrobku, příjezd vozidla, příchod objednávky apod.
- **Výstup (End)** – představuje objekt, jehož prostřednictvím entity opouštějí modelovaný systém – např. odchod zákazníka, dokončení zakázky, ukončení telefonického hovoru, odjezd vozidla od čerpací stanice apod.
- **Cesta (Route)** – jedná se o spojnici, která propojuje jednotlivé objekty v modelu. Cesty znázorňují vzájemnou posloupnost a návaznost aktivit, čímž určují pohyb entit systémem – např. po načerpání pohonných hmot následuje placení u pokladny, po nákupu v supermarketu cesta k autu na parkovišti, po výrobě částí výrobku jejich sestavení, po vyšetření pacienta jeho propuštění, nebo hospitalizace, po průjezdu auta po úseku dálnice vjezd do města či možnost sjet z dálnice po exitu.

1.6.4 Ostatní jazyky a programy

Pro některé druhy simulací může být výhodné použít jiné než simulační programovací jazyky, a to například matematické a technické výpočetní systémy. Zástupcem tohoto odvětví je program MATLAB a jeho nadstavby SIMULINK a STATEFLOW. Dále je možno také využít aplikace pro tabulkové kalkulátory, jako např. @RISK nebo Crystal Ball [3].

1.6.5 Firmy využívající simulační programy

Neustále rostoucí popávka po modelech, které svou složitostí již přesáhly meze analytických prostředků, dala vzniknout novému směru, který se zabývá vývojem a problémy, jež mohou vzniknout při realizacích určitých procesů. Umožnil to především vývoj počítačového modelování v posledních letech, který již nenávratně pronikl do většiny technických věd a stal se důležitou metodou v biologii, meteorologii, geologii a především v ekonomii. V dnešní době se již tímto novým směrem zabývá několik velkých firem a nadnárodních společností, které jsou buď přímo specializované (Logio, Dynamic Future, AF-CITYPLAN) nebo mají vlastní firemní oddělení zabývající se touto problematikou (specializované oddělení ve firmě ŠKODA AUTO, a.s. v Mladé Boleslavi). EDIP s.r.o., Tralys, CBS Consult, s.r.o. a HBH Projekt spol. s..r.o.

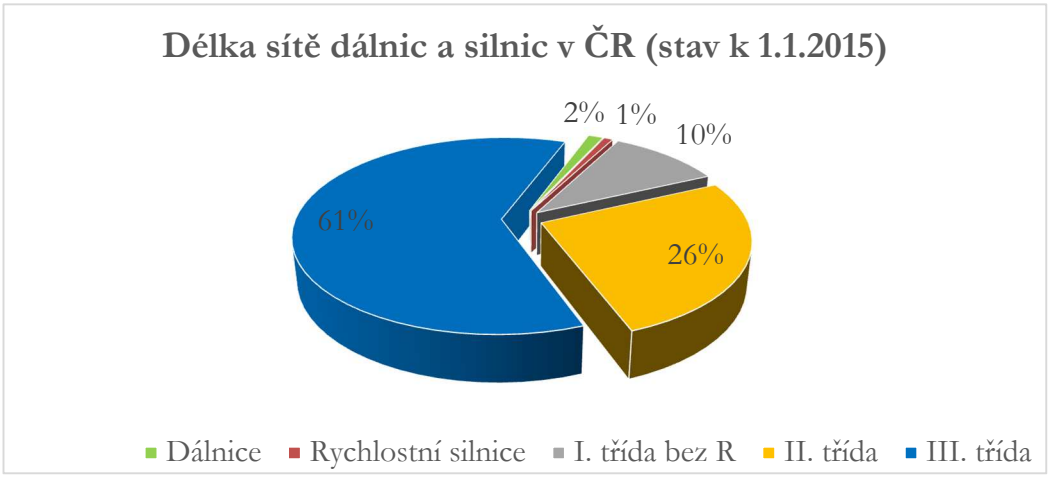
2 Stávající a plánované dálnice a rychlostní silnice na území ČR

Komplexní síť pozemních komunikací je tvořena

- dálnicemi,
- rychlostními silnicemi,
- silnicemi I. tříd,
- silnicemi II. a III. tříd,
- místními komunikacemi ve městech a obcích,
- veřejně přístupnými účelovými komunikacemi.

2.1 Základní údaje o délce dálnic a silnic

Na území České republiky bylo k 1. 1. 2015 v provozu 775,8 km dálnic a 54 971,8 km silnic. Z toho je 5 773,8 km silnic I. třídy, 14 577,5 km silnic II. třídy a 34 161,1 km silnic III. třídy. Celkem 459,4 km silnic I. třídy bylo vybudováno jako rychlostní silnice [24]. Celkový rozsah sítě dálnic a silnic v České republice k 1. 1. 2015 zobrazuje Obrázek 2-1.



Obrázek 2-1: Délka sítě dálnic a silnic v ČR **Zdroj: [24]**

Přehled délky dálnic, rychlostních silnic a dalších silnic I. třídy, silnic II. a III. třídy k 1. 1. 2015 v členění podle krajů uvádí Tabulka 2-1. K 1. 1. 2015 bylo tudíž v České republice v provozu 1 235,2 km dálnic a rychlostních silnic. Rozsah provozované sítě dálnic a rychlostních silnic činí cca 55 % rozsahu jejich plánované délky [24].

Stále je kladen vyšší důraz na rychlost, bezpečnost a komfort přepravy, ale také na šetrnost dopravních cest k životnímu prostředí. Tato skutečnost způsobuje, že stávající síť dálnic a rychlostních komunikací, vzhledem k neustále rostoucí mobilitě obyvatelstva a přepravní zátěži, je v mnoha ohledech nedostatečná. Kromě dálnic a rychlostních silnic mají velký význam pro dopravní obsluhu republiky silnice I. třídy. Ač jejich délka představuje 11 % délky silniční sítě,

je po nich realizováno 43,2 % dopravního výkonu na celé síti. Tempo přestavby silnic I. třídy neodpovídá potřebám zlepšení dopravní situace na těchto silnicích.

délka silniční sítě k 1.1.2015							[km]
		dálnice	rychlostní silnice	silnice I. třídy *	silnice II. třídy	silnice III. třídy	celkem
CZ010	hlavní město Praha	10,6	34,3	9,4	30,0	–	**84,2**
CZ020	kraj Středočeský	194,2	152,1	660,4	2 385,4	6 245,4	**9 637,6**
CZ031	kraj Jihočeský	40,0	6,7	651,1	1 634,5	3 816,5	**6 148,9**
CZ032	kraj Plzeňský	109,2	–	418,2	1 493,7	3 109,9	**5 131,0**
CZ041	kraj Karlovarský	–	39,9	181,7	467,0	1 352,5	**2 041,1**
CZ042	kraj Ústecký	56,5	28,4	478,4	899,3	2 753,5	**4 216,1**
CZ051	kraj Liberecký	–	22,2	323,8	486,9	1 589,5	**2 422,3**
CZ052	kraj Královéhradecký	16,8	–	439,1	894,4	2 414,2	**3 764,4**
CZ053	kraj Pardubický	8,8	3,1	453,0	912,7	2 218,2	**3 595,9**
CZ063	kraj Vysočina	92,5	–	425,1	1 628,7	2 936,9	**5 083,2**
CZ064	kraj Jihomoravský	134,5	25,8	422,1	1 468,0	2 404,8	**4 455,2**
CZ071	kraj Olomoucký	36,2	90,5	349,8	925,6	2 169,7	**3 571,7**
CZ072	kraj Zlínský	16,6	16,4	342,9	511,4	1 254,4	**2 141,8**
CZ080	kraj Moravskoslezský	59,9	40,0	618,9	839,8	1 895,6	**3 454,1**
	celkem	**775,8**	**459,4**	**5 773,8**	**14 577,5**	**34 161,1**	**55 747,6**

Tabulka 2-1: délka silniční sítě v ČR dle krajů **Zdroj: [24]**

Česká republika má relativně vysokou hustotu silniční sítě, avšak základní síť dálnic a rychlostních silnic není stále dokončena a neodpovídá skutečným potřebám. Některá krajská centra stále nemají kvalitní napojení na síť dálnic a rychlostních silnic. Stále chybí řada obchvatů sídel, která umožní odlehčit obytné zástavbě od dopravního zatížení. Hustotou provozovaných dálnic značně zaostává Česká republika za vyspělými zeměmi Evropy. V zájmu řešení uvedených problémů je žádoucí maximálně urychlit výstavbu souběžných dálnic a rychlostních silnic.

2.1.1 Dálniční síť

Jednotlivé trasy dálnic se v Česku značí písmenem D. Česká dálniční síť se skládá z celkem šesti dálnic, viz Tabulka 2-2. V současné době je alespoň v částečném provozu všech 6 dálnic, ale jen dvě (D2 a D5) jsou dokončené, další dálnice (D8) je blízko dokončení. U zbylé poloviny dálnic se ještě mnoho úseků ani nezačalo budovat. Současný stav dálnic zobrazuje Obrázek 6-1 v příloze A. Další dálnice se v současné době neplánují. Výhledový stav dálnic uvádí Obrázek 6-2 v příloze A.

Označení	Trasa
D1	Praha – Jihlava – Brno – Kroměříž – Přerov – Hranice – Ostrava → ***Polsko***
D2	Brno – Břeclav → ***Slovensko***
D3	Praha – Benešov – Tábor – České Budějovice → ***R3*** → ***Rakousko***
D5	Praha – Beroun – Rokycany – Plzeň – Rozvadov → ***Německo*** (dálnice A6)
D8	Praha – Lovosice – Ústí nad Labem – Krásný Les → ***Německo*** (dálnice A17)
D11	Praha – Poděbrady – Hradec Králové – Jaroměř → ***R11*** → ***Polsko***

Tabulka 2-2: Výčet dálnic ČR

2.1.2 Síť rychlostních silnic

K řešení kapacitních problémů na dopravně nejvýznamnějších silnicích byly od šedesátých let minulého století kromě dálnic postupně budovány i čtyřpruhové silnice, viz Tabulka 2-3. Jejich výstavba byla orientována na výstavbu nejvíce zatížených silničních tahů, zejména na výpadové úseky z velkých měst. Za účelem zlepšení životního prostředí a dopravní situace byly rychlostní silnice budovány mimo zástavbu měst a obcí, což přispělo i ke zrychlení silniční dopravy [10].

Označení	Trasa
R1	Pražský okruh (vnější)
R3	Velešín - Kaplice - Dolní Dvořiště → Rakousko
R4	Praha - Dobříš - Příbram - Nová Hospoda u Písku
R6	Praha - Řevničov - Karlovy Vary - Sokolov - Cheb → Německo
R7	Praha - Slaný - Louny - Chomutov
R10	Praha - Mladá Boleslav - Turnov
R11	Jaroměř - Trutnov → Polsko
R35	Liberec - Jičín - Hradec Králové - Česká Třebová - Olomouc - Lipník n.B.
R43	Brno - Kuřim - Boskovice - Jevíčko - Moravská Třebová
R44	Mohelnice - Šumperk
R46	Vyškov - Prostějov - Olomouc
R48	Bělotín - Nový Jičín - Frýdek-Místek - Český Těšín → Polsko
R49	Hulín - Zlín → Slovensko
R52	Brno - Modřice - Rajhrad - Mikulov → Rakousko
R55	Olomouc - Kroměříž - Uherské Hradiště - Hodonín - Břeclav → Rakousko
R56	Ostrava - Frýdek-Místek
R63	Teplice - Řehlovice

Tabulka 2-3: Výčet rychlostních silnic ČR

2.1.3 Propojení dopravních sítí ČR se sousedními zeměmi

Jeden z hlavních cílů dopravní politiky ČR a EU je vzájemná integrace vnitrostátních sítí jednotlivých států. Česká republika, jakožto vnitrozemský stát, je tedy obklopena celkem čtyřmi sousedními zeměmi:

Se Spolkovou republikou Německo, má Česká republika nejdelší společnou hranici, a to 810 km. Celkem tyto dvě země dělí 34 silničních přechodů, přičemž ty nejdůležitější[5] jsou [21]:

- **D5** / A6 - hraniční přechod Rozvadov / Waidhaus
- **D8** / A17 - hraniční přechod Breitenau/Krásný Les
- R6 / (A70) - hraniční přechod Cheb / Schirnding

Druhou nejdelší hranici má ČR se svým severním sousedem – Polskem. Celková délka této hranice je 762 km, přičemž celkově se zde nachází 29 silničních přechodů. Jako nejvýznamnější z nich se uvádí [21]:

[5] Zvýrazněné hraniční přechody jsou zahrnuty do simulačního modelu hlavních tahů v ČR.

- **D1** / A1 - hraniční přechod Věřňovice / Gorzyczki
- R11 / S3 - hraniční přechod Královec / Lubawka (zatím nedokončeno)
- R48 / S1 - hraniční přechod Český Těšín / Cieszyn

Na jihu ČR se rozprostírá třetí nejdelší hranice, jež dělí Česko od sousedního státu – v tomto případě od Rakouska. Hranice měří 466 km a poskytuje 22 silničních přechodů k jejímu překročení. Jako klíčové se zmiňují [21]:

- **R3** / S10 - hraniční přechod Dolní Dvořiště / Wullowitz (zatím nedokončeno)
- R52 / A5 - hraniční přechod Mikulov / Drasenhofen (zatím nedokončeno)

Nejkratší společnou hranici má ČR se svým východním sousedem – Slovenskem. Délka této hranice činí 252 km a obsahuje 15 silničních přechodů. Mezi nejfrekventovanější z nich patří [21]:

- **D2** / D2 - hraniční přechod Břeclav / Brodské
- R49 / R6 - hraniční přechod Horní Lideč / Lúky pod Makytou (zatím nedokončeno)

Strategickými dokumenty, které se zabývají výhledovým stavem dopravní infrastruktury v ČR, jsou „Dopravní politika ČR pro období 2014 – 2020 s výhledem do roku 2050" a „Dopravní sektorové strategie, 2. fáze". Druhý zmiňovaný dokument se zabývá využitím propojení silniční infrastruktury ČR s evropskou tranzitní sítí TEN-T. Přes území České republiky mají vést tři evropské koridory. Jedná se o koridor „Baltsko-jaderský koridor", „Východvýchodní středomoří" a „Rýnsko-dunajský koridor". Úkolem je do roku 2030 dostavět a plně zprovoznit první část, která je nazývána hlavní dopravní síť TEN-T. Do těchto koridorů není zapojena dálnice D1, ale za to je počítáno s dostavbou R35 [22].

2.1.4 Rychlostní silnice R35 a její význam

Rychlostní silnice R35 je součástí dálniční a silniční sítě České republiky, jejíž kompletní dobudování se dle ŘSD stále předpokládá v letech 2017 – 2020. Komunikace R35 plní v této dopravní síti funkci takzvané druhé severní dálnice propojující Čechy a Moravu, jež je rovnoběžná s vedením trasy dálnice D1, což umožní redistribuci dopravy a převzetí části dopravních intenzit z dálnice D1 mezi Olomoucí a Hradcem Králové. Dále komunikace R35 má význam pro zajištění regionálních vztahů na severu Čech a Moravy a po realizaci dálnice D1 Lipník nad Bečvou – Ostrava – státní hranice ČR/Polsko a D11 Praha – Hradec Králové – státní hranice ČR/Polsko jako propojení mezinárodního významu. R35 je v celé svojí délce součástí doplňkového tahu E442 evropské sítě E-silnic. Zejména chybějící část R35 mezi Hradcem Králové a Mohelnicí tvoří v návaznosti na dálnici D11 z Prahy páteřní část této komunikace [29].

Celková délka tohoto nejdelšího silničního tahu v České republice je plánována po jeho dobudování na 358,1 km. V současné době je v provozu pouze 81,6 km v kategorii rychlostní silnice. Prvním vybudovaným úsekem plánované komunikace R35 byla výstavba čtyřpruhové silnice I/35 mezi městy Mohelnice a Olomouc (délka úseku 27 km) [12]. Trasa R35 prochází přes území čtyřkrajů: Kraj Liberecký, Kraj Královéhradecký, Kraj Pardubický a Kraj Olomoucký.

Jediný úsek, který nemá trasu definitivně ujednanou v souladu s územními plány je úsek R35 mezi Turnovem a Úlibicemi. Varianty se posuzují z hlediska technického návrhu, dopravních vazeb, ekologického hodnocení, ekonomického vyhodnocení a demografických údajů. Zmíněné území je velmi hustě osídleno a podstatnou šást území zabírá CHKO Český ráj. V území byly na základě zadání vymezeny tři varianty koridorů tak, aby jednotlivé varianty nezasahovaly na území CHKO a vedly mimo obytnou zástavbu. Jsou navrženy následující tři koridory [12], jak znázorňuje Obrázek 6-8 v příloze A:

- **Koridor 1 – severní** (úsek Ohrazenie - Úlibice v celkové délce cca 35 km)
- **Koridor 2 – jižní** (napojení za Mnichovým Hradištěm vedoucí až za obec Úlibice v celkové délce cca 41 km)
- **Koridor 3 – superseverní** (úsek Rádelský Mlýn - Úlibice v celkové délce cca 44 km). Tato varianta vykazuje složitější technické paramtery, a to hlavně s ohledem na konfiguraci terénu - tedy obsahuje nejdelší tunely a mosty z uvařovaných variant.

Z hlediska obsluhy přilehlého území má nejvýhodnější polohu koridor 1. Trasa R35 je součástí dálkového silničního tahu Liberec – Hradec Králové – Litomyšl – Olomouc – Lipník nad Bečvou. Z tohoto hlediska má nejvýhodnější vedení koridor 1 a 3 a nejméně vhodné koridor 2. Z hlediska celkových nákladů stavby je nejlevnější varianta 2 s nákladem cca 14,6 miliardy Kč. Varianta koridoru 1 je dražší přibližně o 35 % a varianta koridoru 3 o 153 %. Z toho jednoznačně plyne neúměrná ekonomická náročnost varianty koridoru 3, která se nevyrovná výhodám jiných parametrů. Rozdíl nákladů koridoru 1 a 2 je v přijatelných mezích. Schválení Územního plánu se dle ŘSD předpokládá na polovinu roku 2015, upřednostňuje se varianta severní – koridor1. V současné době probíhá vyvlastňovací řízení kvůli majitelce rozsáhlých pozemků bránící dostavbě komunikace R35 [12].

2.1.5 Dosavadní vývoj dopravního proudu

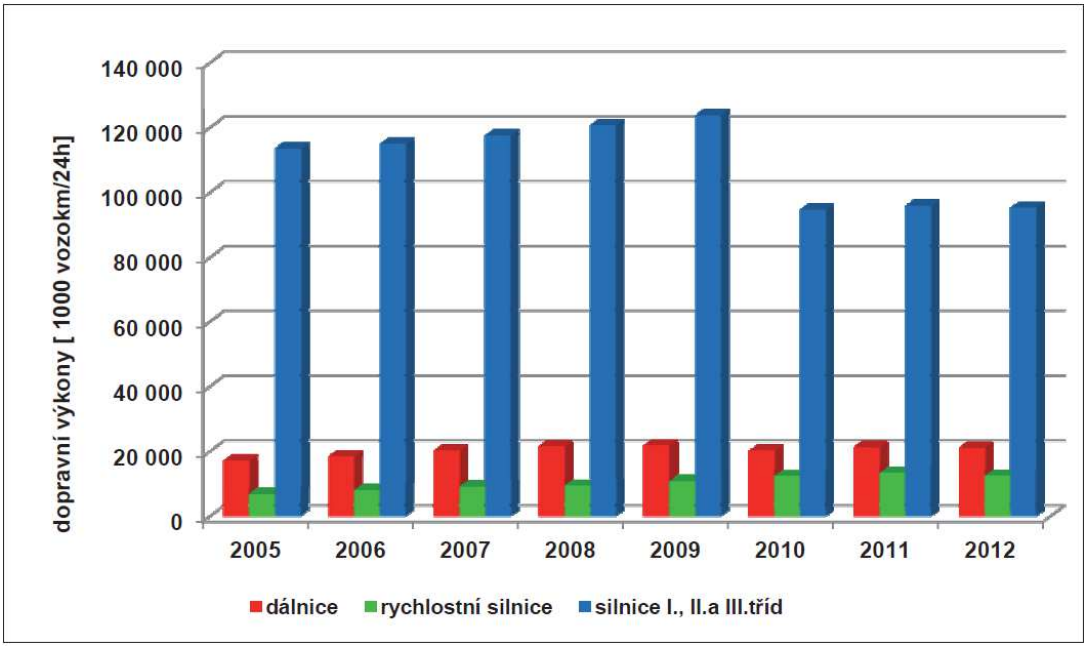
Velikost maximálních intenzit je ukazatelem pro posouzení kvality pohybu dopravního proudu na nejzatíženějších úsecích sítě a posuzování potřeb přestavby. Délka silničních úseků s intenzitou nad 10 000 voz./24h se v období mezi jednotlivými CSD do roku 2005 neustále zvyšovala, a to vždy o více než 700 km, v roce 2005 to bylo více než 2 600 km. V roce 2010 se délka těchto úseků sice snížila, byla však více než 2 400 km. Délka silničních úseků s intenzitou nad 15 000 voz./24h byla v roce 2010 více než 800 km. Největší podíl úseků s intenzitou vyšší než 10 000 voz./24h je ve Středočeském kraji, následují kraje Jihomoravský a Moravskoslezský. Nejméně takových úseků je v krajích Karlovarském, Libereckém a Zlínském [10].

V období 2005 – 2010 došlo k mírnému zvýšení podílu osobních automobilů na úkor těžkých motorových vozidel. Zčásti se tak eliminoval nárůst těžkých motorových vozidel, ke kterému došlo mezi roky 2000 a 2005. Tento vývoj se projevil na dálnicích i na všech třídách silnic. Z podrobnějšího členění těžkých motorových vozidel vyplývá zcela protichůdný vývoj na dálnicích a na silnicích. Zatímco na všech třídách silnic (nejvíce na silnicích I. třídy) se i nadále zvyšoval podíl nákladních souprav na úkor lehkých nákladních vozidel a částečně i autobusů, na dálnicích a na rychlostních silnicích zejména podíl návěsových souprav poklesl. Z toho lze usuzovat,

že po zavedení výkonového zpoplatnění v roce 2007 část kamionové dopravy využívá nezpoplatněnou síť silnic.

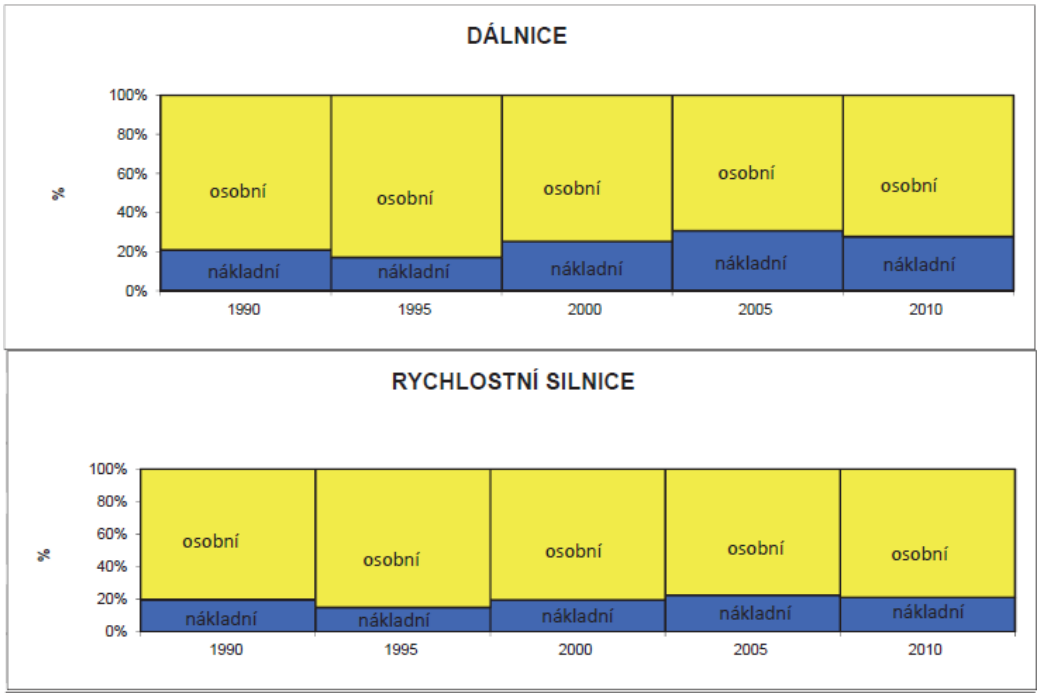
Z vyhodnocení výsledků dopravních průzkumů v období let 1990 až 2010, respektive 2012, vyplývá, že po období prudkého nárůstu dopravy, zhruba do roku 2009, došlo k určité stagnaci růstu intenzit dopravy i ostatních ukazatelů dopravy. Neplatí to však pro nejzatíženější tahy pozemních komunikací. Tyto části komunikací vyžadují zvýšenou pozornost správců zejména z pohledu potřeby řešení kapacitních problémů na dvoupruhových silnicích, ale i na dálnici D1. Délka dvoupruhových úseků silnic s intenzitou vyšší než 15 000 voz/24hod, kdy vzniká potřeba výstavby čtyřpruhových komunikací přesáhla 800 km. Až do roku 1990 se na síti silnic prakticky nevyskytovaly intenzity přes 20 000 voz/24hod. (kromě Prahy), v současné době je jejich délka více než 370 km [10].

Dopravní výkony na síti dálnic a rychlostních silnic neustále rostou (nárůst od roku 2005 do roku 2010 byl 32 %) na rozdíl od silniční sítě, kde došlo od roku 2005 do roku 2010 k poklesu o 6 %, viz Obrázek 2-2. Ve skladbě dopravního proudu došlo od roku 2005 do roku 2010 ke snížení podílu těžkých vozidel, jak zobrazuje Obrázek 2-3. Stagnace vývoje sledovaných veličin na silniční síti ČR a zmenšení jejich nárůstu u dálnic a rychlostních silnic potvrzuje projev celkové hospodářské stagnace v posledních letech. V souvislosti s očekávaným oživením ekonomiky České republiky i sousedních zemí je nutno počítat s dalším růstem dopravních výkonů silniční dopravy, a to zejména na dálnicích a rychlostních silnicích.



Obrázek 2-2: Vývoj dopravních výkonů na dálnicích, rychlostních silnicích a silnicích I., II. A III. tříd od r. 2005

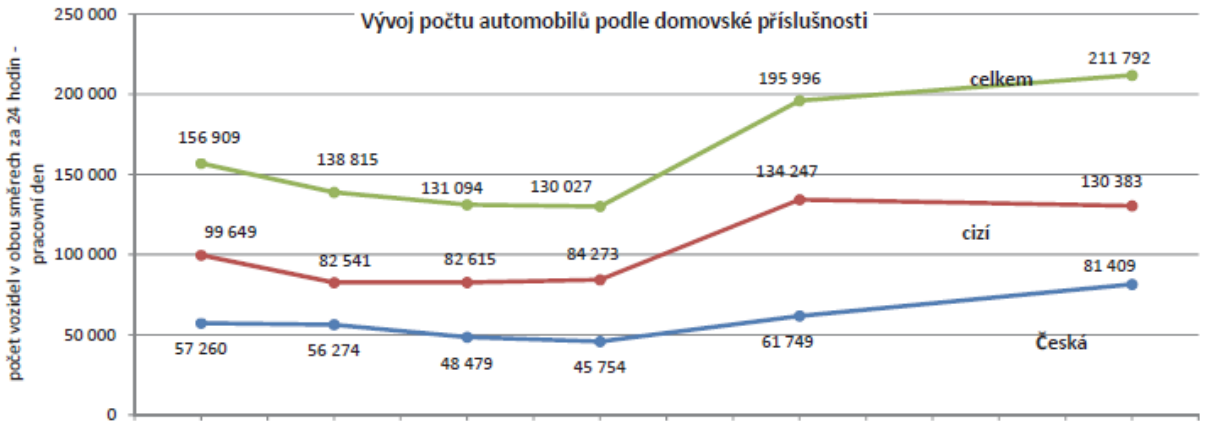
Zdroj: [10]



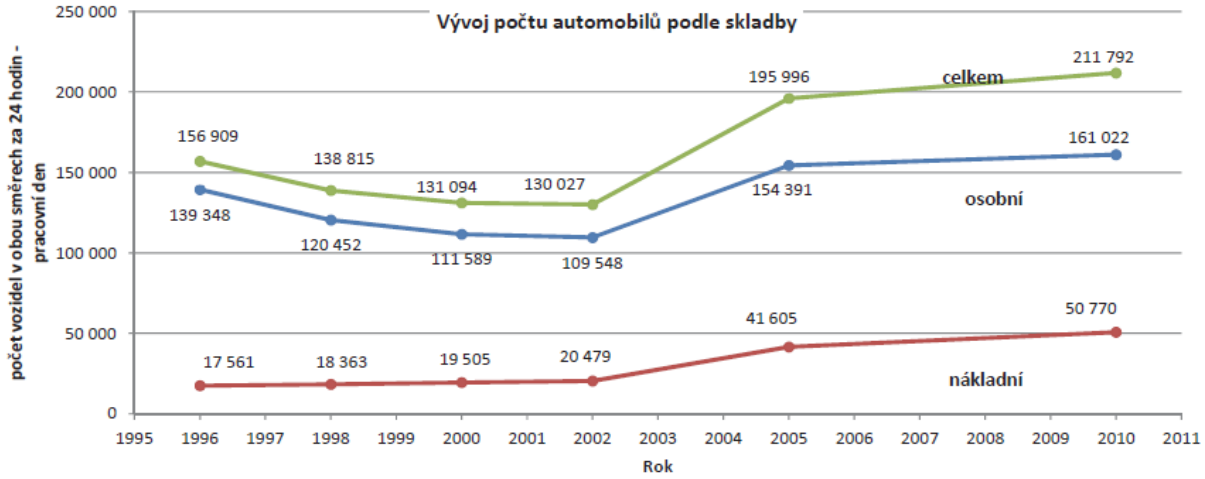
Obrázek 2-3: skladba dopravního proudu na dálnicích a rychlostních silnicích **Zdroj: [10]**

Výsledky CSD 2010 prokazují trvalý růst přeshraniční silniční dopravy. Tento růst v posledních letech zpomalil v důsledku hospodářské recese, u nákladních vozidel došlo i k mírnému poklesu, viz Obrázek 2-4. Přestože růst intenzit přeshraničí dopravy nedosahoval zdaleka takových čísel jako na přelomu století do roku 2005, přesto byl v roce 2010 dosažen nejvyšší objem přeshraniční dopravy v historii ČR. Průzkumem v roce 2010 bylo zachyceno v obou směrech v období celého dne celkem 211 792 vozidel/24 hod, což je o 61 % více než v roce 2000 (135 094 vozidel/24 hod) a o 8 % více než v roce 2005 (195 996 vozidel/24 hod) [10].

Z celkového počtu zjištěných vozidel při průzkumu v roce 2010 bylo 161 022 osobních vozidel a 50 770 nákladních vozidel, viz Obrázek 2-5. Počet osobních automobilů přecházejících státní hranici se v roce 2010 zvýšil oproti roku 2000 o 44 % a roku 2005 o 4 %. U nákladních vozidel činil tento nárůst 160 % oproti roku 2000 a 22 % oproti roku 2005. Z hlediska domovské příslušnosti bylo 81 409 vozidel českých a 130 383 cizích (viz graf 3.19). Při hodnocení vývoje počtu cizích vozidel překračujících státní hranici se ukazuje, že po prudkém vývoji mezi lety 2000



Obrázek 2-4: vývoj počtu vozidel překračujících státní hranici dle skladby dopravního proudu **Zdroj: [10]**

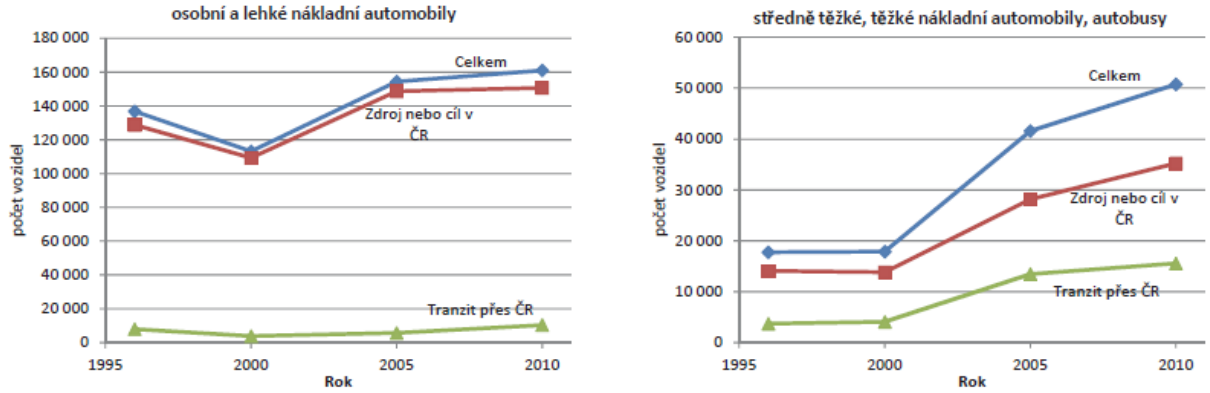


Obrázek 2-5: počet vozidel překračujících státní hranici v pracovních dnech **Zdroj: [10]**

a 2005 (růst o 62 %) byl zaznamenán v období 2005 – 2010 mírný pokles počtu vozidel o 3 %. U českých vozidel překračujících státní hranici je růst jejich počtu trvalý, mezi lety 2000 a 2005 se jejich počet zvýšil o 35 % a mezi lety 2005 a 2010 o 32 % [10].

Z hlediska objemu přeshraniční dopravy zůstává i nadále s převahou nejvýznamnější zemí Spolková republika Německo, jejíž hranici překročilo celkem 94 206 vozidel/24 hod (ale o cca 13 000 vozidel/24 hod méně než v roce 2005), dále následují hraniční přechody se Slovenskem – 46 027 vozidel/24 hod, s Polskem – 42 000 vozidel/24 hod (nárůst skoro o 15 000 vozidel/24 hod oproti roku 2005) a s Rakouskem – 29 559 vozidel/24 hod. Z uvedených výsledků lze vyvodit trend přesunu významné části vozidel z hraničních přechodů na západě ČR (SRN, Rakousko) na východ ČR (Slovensko, Polsko). Na obr. 3.1 je uvedeno celkové zatížení jednotlivých hraničních přechodů České republiky automobilovou dopravou podle průzkumu v roce 2010, z kterého jednoznačně vyplývá, že nejzatíženějšími hraničními přechody jsou přechody na dálničních tazích (D2, D5, D8) a rychlostní silnici R48 v Českém Těšíně [10].

Obrázek 2-6 uvádí vývoj dopravy tranzitní a dopravy zdrojové a cílové mezi lety 1996 a 2010 pro osobní a lehké nákladní automobily a pro nákladní automobily středně těžké, těžké a autobusy. Z grafu je zřejmé, že podíl tranzitní dopravy na celkovém objemu přeshraničních jízd je u osobních a lehkých nákladních automobilů poměrně malý (3 až 6 %) a vykazuje mírně stoupající tendenci.



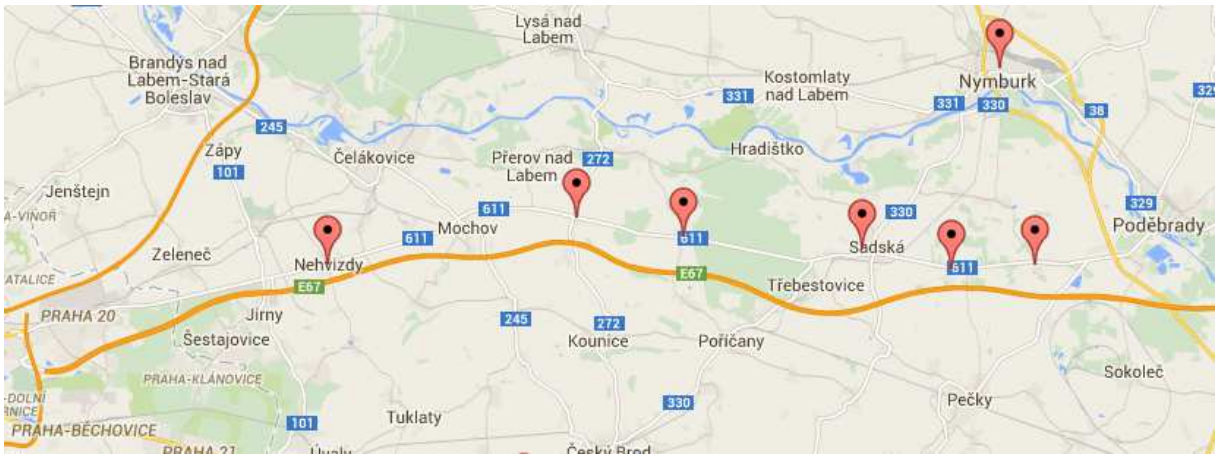
Obrázek 2-6: vývoj počtu vozidel překračujících státní hranici podle domovské příslušnosti **Zdroj: [10]**

Rozhodující podíl mají automobily (93 až 97 %) se zdrojem či cílem cesty v ČR. Hlavní objem těchto cest je z příhraniční oblasti. U nákladních vozidel vykazuje trvale rostoucí trend doprava tranzitní i doprava zdrojová a cílová při trvale se zvyšujícím podílu tranzitní dopravy. Její podíl se mezi lety 1996 a 2010 zvýšil z 21 % na 31 % (tj. o 50 %). Objem tranzitní dopravy u nákladních vozidel se od roku 1996 do roku 2010 zvýšil o 319 %, objem dopravy zdrojové a cílové o 150 %. Při směrovém průzkumu v roce 2010 bylo zjištěno, že republikou projíždělo denně cca 15 544 nákladních automobilů, což je cca 31 % z celkového počtu nákladních vozidel přejíždějících státní hranici v pracovním dni. Podíl tranzitu od roku 1996 trvale stoupal, v období od roku 2005 došlo k mírnému poklesu, což zřejmě souvisí s evropskou hospodářskou recesí [10].

2.1.6 Mýtný systém

Elektronické mýto je zástupcem profilového měření[6] a specializovaným telematickým systémem pro výkonové zpoplatnění vozidel nad 3,5 t (od 1. 1. 2010). Jeho vlastníkem je stát (MDČR), provozovatelem je ŘSD ČR a technickým provozovatelem je Kapsch konsorcium. Kromě jeho prioritní funkce, což je výběr financí pro rozvoj a údržbu infrastruktury ČR, generuje rovněž důležitá dopravně-inženýrská data z husté sítě detekčních profilů po celé ČR. Ty tvoří významný zdroj online dat a informací pro Národní dopravní informační centrum.

S povinnými mýtnými úseky je spojena i problematika objíždění zpoplatněných tras a problém zatížení obcí a silnic nižších tříd těžkou nákladní dopravou. V polovině roku 2014 byl vládě předložen návrh zákona, který by dal obcím pravomoc zakázat vjezd kamionů na silnice nižších tříd, pokud by mohly jet po jiné vhodnější trase. Bohužel návrh zmíněného zákona nebyl dosud odsouhlasen. Řada obcí řeší v současné době problém neúspěšné regulace tranzitní dopravy. Výzkum mezi obcemi realizovaný Dopravní federací v první polovině roku 2014 byl podkladem pro vytvoření mapy [25] zobrazující obce zatížené těžkou nákladní dopravou dle jednotlivých krajů a jejich aktuální situace. Příkladem zmíněné problematiky může být Obrázek 2-7 zobrazující problém obcí, jimiž vede komunikace 611, po níž jede řada kamionů z Poděbrad vyhýbající

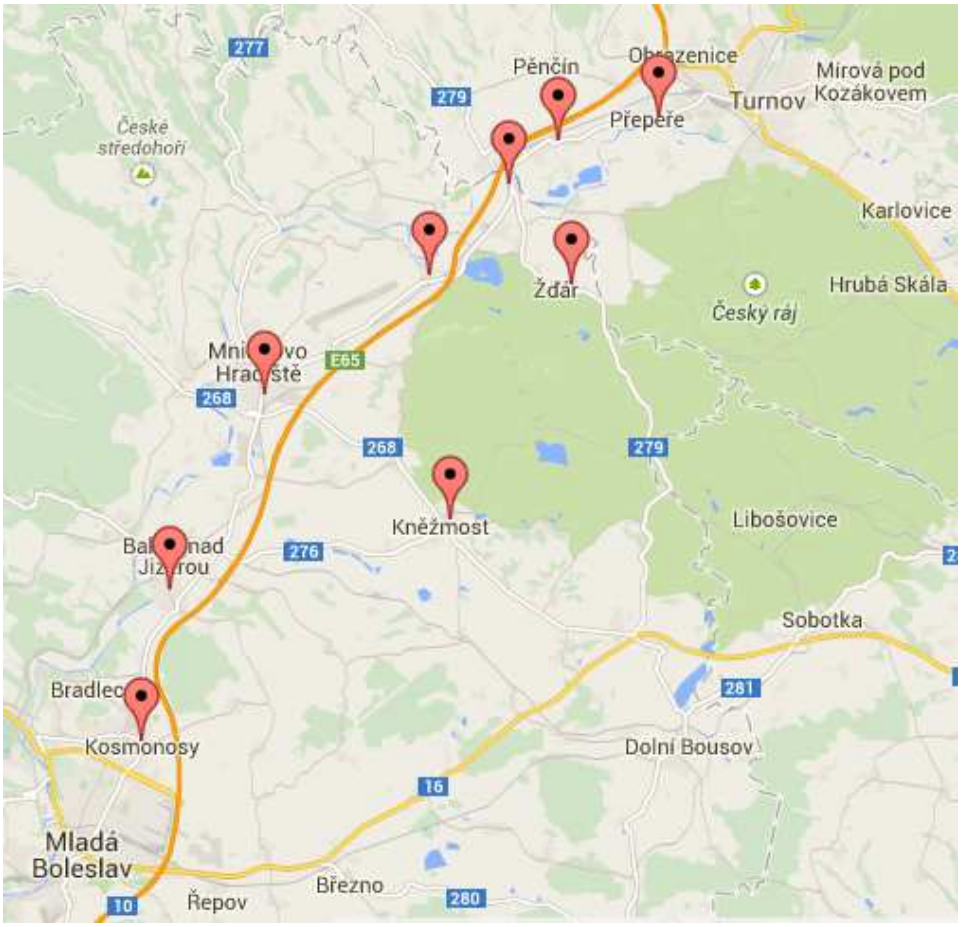


Obrázek 2-7: únik nákladní dopravy z D11 na komunikaci č. 611 **Zdroj: [25]**

[6] Jedná se o fixní sběr dat v určitém řezu komunikace po daný časový okamžik za pomoci specifických profilových detekorů (mýtné systémy DSRC, kamerové systémy, radary, laserová čidla, magnetometry, atd.)

se mýtnému na komunikaci D11. Obdobným příklad znázorňuje Obrázek 2-8, který zobrazuje problém vyhýbání se mýtného na R10 a unikání tranzitní nákladní dopravy na komunikaci 610 v úseku Mladá Boleslav až Turnov.

Objížděním zpoplatněných tras navíc znamená pro stát obrovské náklady (škody na silnicích, znehodnocené nemovitosti, škody na zdraví, ušlé zisky na mýtném aj.). Eliminace těchto škod (zavedením nového mýtného systému), které dnes nejsou ničím kompenzovány, by byla značným, i ekonomickým přínosem.



Obrázek 2-8: únik nákladní dopravy z R10 na komunikaci č. 610 **Zdroj: [25]**

2.2 Nehodovost

Plynulost dopravního proudu ovlivňuje řada faktorů, zejména časté opravy a práce na dané komunikaci, ale také nehodovost vozidel. V uváděných modelech v této práci je od těchto skutečností abstrahováno, jelikož by došlo k častým kongescím a ucpání celé komunikace, jak tomu bývá často i v praxi. Nicméně tento faktor není začleněn do cílů práce, nebude mu tedy v práci věnována další pozornost. Mezinárodní nezisková organizace EuroRAP[7] (European Road Assessment Programme) založená v roce 2003 v Belgii se snaží nezávisle hodnotit bezpečnostní

[7] EURORAP mapuje dálniční a silniční síť i na území České republiky a své výsledky zobrazuje na rizikové mapě ČR, která je k dispozici na [http://www.eurorap.org/partner-countries/czech-republic/].

úroveň silnic a zároveň navrhovat taková opatření, jejichž realizace napomůže eliminaci výskytu smrtelných a vážných zranění při silničních nehodách.

2.3 Zákaz jízd pro nákladní vozidla

Již od začátku září 2006 mohou kamiony opět jezdit i v pátek odpoledne. V neděli a o státních svátcích od 13:00 do 22:00 hod. je v České republice trvale zakázán[8] provoz na dálnicích a silnicích I. třídy pro nákladní vozidla s největší povolenou hmotností převyšující 7,5 t a převyšující 3,5 t s připojeným přípojným vozidlem, jak uvádí ČESMAD BOHEMIA [31]:

Během letních prázdnin je dočasně omezen provoz na dálnicích a silnicích I. třídy pro již zmíněné kategorie vozidel během následujících období, jak uvádí ČESMAD BOHEMIA [31]:

- V pátek mezi 1. červencem a 31. srpnem od 17.00 do 21.00 hod.
- V sobotu mezi 1. červencem a 31. srpnem od 07.00 do 13.00 hod.
- V neděli a o státních svátcích mezi 1. červencem a 31. srpnem od 13.00 hod do 22.00 hod.

2.4 Kapacita dálnic a rychlostních silnic

Nejvyšší povolená rychlost činí na dálnicích v České republice 130 km/h. Pro vozidla nad 3,5 tuny na českých dálnicích platí nejvyšší povolená rychlost 80 km/h. Vozidla kategorie N2 a N3 jsou dle EHK 89 vybaveny technickým zařízením omezujícím maximální rychlost na 90 km/h. Většina vozidel této kategorie nedodržuje nejvyšší povolenou rychlost a jezdí rychlostí nastavenou na omezovači (90 km/h). Na českých dálnicích není stanovena minimální rychlost jízdy. Předpoklad, že na dálnici nebudou jezdit pomalá vozidla, je naplněn stanovením nejnižší konstrukční rychlosti pro vozidla jezdící po dálnici na 80 km/h.

Při konstantní rychlosti a časových rozestupech lze vyjádřit teoretickou propustnost jednoho jízdního pruhu dálnice [6]:

$$n = \frac{3600\mathrm{v}}{d_a + t_r v}, \tag{1}$$

kde

n – počet vozidel za hodinu,

d_a – délka jednotkového vozidla v metrech,

t_r – časový rozestup mezi vozidly v sekundách,

v – rychlost v metrech za sekundu.

[8] Ke zmíněním omezením provozu existují i výjimky, jejichž výčet je k dispozici na internetových stránkách ČESMAD BOHEMIA.

Teoretická propustnost dálnice je určena součtem maximálních intenzit nepřetržitého homogenního dopravního proudu složeného z jednotkových vozidel ve všech pruzích pozemní komunikace. Ze vztahu (1) vyplývá, že teoretická propustnost dálnice s vyšší rychlostí roste. V reálném provozu tomu tak ovšem není, jelikož rychlost jízdy je ovlivněna intenzitou provozu a časové rozestupy nejsou konstantní. Závislost rychlosti a intenzity dopravního proudu popisují charakteristiky dopravního proudu pomocí základních veličin [6]:

I - intenzita udávající počet vozidel za hodinu,

K - hustota udávající počet vozidel na jednom kilometru,

v - rychlost vozidla v kilometrech za hodinu.

Greenshieldův model je nejznámnějším modelem popisující chování veličin dopravního proudu při změnách provozu. Tento model předpokládá lineární závislost mezi charakteristickými veličinami dopravního proudu. Základní vztah je mezi rychlostí a hustotou dopravního proudu. Při nízké hustotě se vozidla vzájemně neovlivňují a hustota dopravního proudu je nízká. Za těchto podmínek je rychlost dopravního proudu rovna volné rychlosti neomezeného vozidla, neboli směrodatne´ rychlosti. Pokud se hustota dopravního proudu začne zvyšovat, rychlost se lineárně snižuje. Když hustota dosáhne maxima, rychlost klesne na nulu. Matematicky lze tuto závislost popsat vztahem [6]:

$$v = v_f - \left(\frac{v_f}{K_j}\right) K, \tag{2}$$

kde

v – rychlost v kilometrech za hodinu,

v_f – volná rychlost neomezeného dopravního proudu v kilometrech za hodinu,

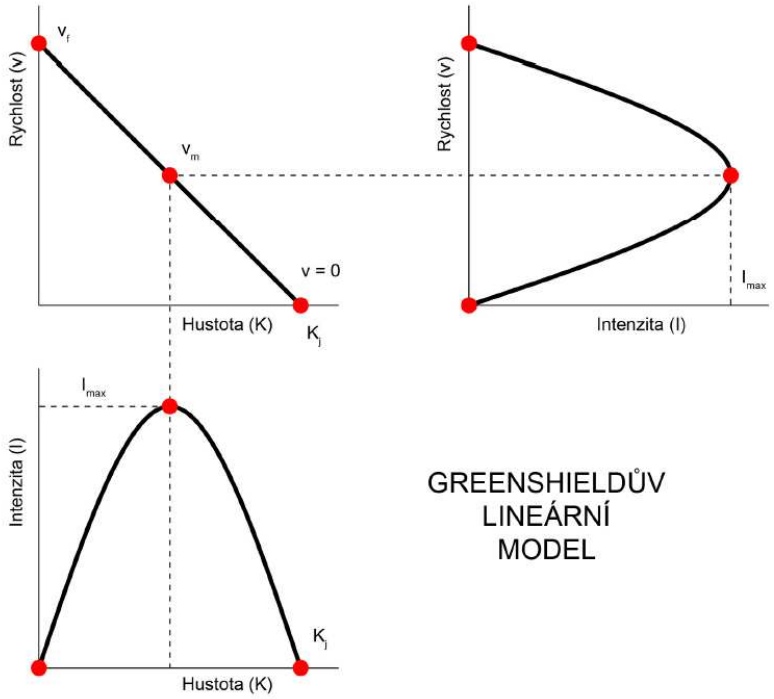
K – hustota udávající počet vozidel na jednom kilometru,

K_j – hustota udávající počet vozidel na jednom kilometru při kongesci.

Vztah pro intenzitu dopravního proudu je dle [6] následující:

$$I = \mathrm{v}K. \tag{3}$$

Charakteristiky dopravního proudu lze vyjádřit graficky. Na závislostech rychlost-hustota, rychlost-intenzita a intenzita-hustota jsou vidět zajímavé vztahy v mezních situacích, viz Obrázek 2-9. Při zvyšování intenzity a hustoty dopravního proudu rychlost postupně klesá. Pokud rychlost v důsledku intenzity klesne na polovinu a hustota dále narůstá, začne se intenzita dopravního proudu snižovat. Při maximální hustotč dopravního proudu rychlost a intenzita klesnou na nulu. Maximální intenzita je tedy dosažena při poloviční rychlosti neomezeného dopravního proudu. To je v rozporu se vztahem (1), kdy maximální intenzita (propustnost) rostla s rychlostí, bez ohledu na hustotu.



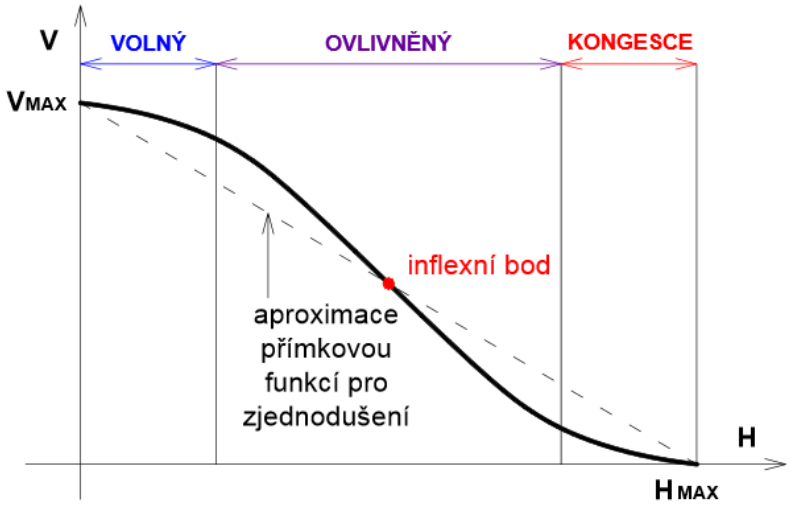
Obrázek 2-9: Charakteristiky dopravního proudu dle Greenshielda **Zdroj: [6]**

Ze vztahů (2) a (3) lze odvodit vztah pro maximální intenzitu I_{max} při rychlosti v_m a hustotě dopravního proudu K_m, jak uvádí [6]:

$$v_m = \frac{v_f}{2}; \quad K_m = \frac{K_j}{2} \tag{4}$$

$$I_{max} = v_m \cdot K_m = \frac{v_f K_j}{4} \tag{5}$$

Vztah mezi hustotou dopravního proudu a jeho rychlostí je zobrazuje Obrázek 2-10. Uvádí se, že optimální hustoty dopravního proudu je dosaženo při osmi devítinách maximální hustoty dopravního proudu.



Obrázek 2-10: vztah mezi hustotou dopravního proudu a rychlostí **Zdroj: [6]**

3 Simulace – praktický příklad

3.1 Využití, předpoklady a cíle modelu

Obecně se celorepublikový zpracovávaný dopravní model firmou AF-CityPlan s.r.o. skládá ze dvou základních prvků, a to z modelu dopravní nabídky a z model dopravní poptávky. Dopravní model samozřejmě zahrnuje všechny komunikace na území ČR (dálnice, rychlostní silnice, silnice I. třídy, silnice II. třídy a silnice III. třídy). Každému úseku komunikace je přiřazen výchozí typ, rychlost, kapacita, počet jízdních pruhů, popřípadě doplňkové údaje o výši mýtného apod.

3.1.1 Využití dopravního modelu

Jak uvádí firma AF-CityPlan s.r.o. v [11] dopravní modelování je moderní a vysoce odbornou disciplinou dopravního inženýrství. Přestože vlastní modelování je poměrně náročné a vyžaduje vysoký stupeň znalosti v dané problematice, výstupy z dopravních modelů jsou velice přehledné a dokáží dát jasnou odpověď na otázky spojené s analýzou současného stavu i stavu prognózovaného.

Dopravní model lze využít pro potřeby [11]:

- budování nové dopravní infrastruktury,
- rozhodování o variantách a kategoriích komunikací v dopravních generelech a územních plánech,
- kapacitního posuzování silniční sítě a křižovatkových uzlů,
- optimalizace hromadné dopravy,
- organizace veřejné hromadné dopravy osob,
- zřizování nových tras nebo linek hromadné dopravy.

Dále lze model využít pro následující regulační opatření v dopravě [11] :

- regulaci dopravy v síti,
- zjednosměrňování komunikací,
- další opatření, kde má navrhovatel vždy na mysli dopravní zklidnění určité preferované části území.

3.1.2 Předpoklady

Simulovaná dálniční síť je velmi rozsáhlá, jedná se o velice komplexní systém. V simulačním modelu proto dochází k určitým zjednodušením oproti reálné situaci, tudíž je zapotřebí si na začátku uvést předpoklady, se kterými se při jednotlivých simulacích pracuje:

- Autorka práce získá co nejvíce skutečných naměřených dat od ŘSD (intenzity dopravy, údaje z mýtných bran, apod.), které nejsou běžně veřejně přístupné.
- Pravděpodobnostní rozdělení doby jízdy nákladních a osobních vozidel odpovídá spojitému beta rozdělení na základě získaných travel-timů na dálnici D1.

- Denní variace intenzit dopravy odpovídají naměřeným hodnotám zveřejněných ŘSD.
- Nákladní vozidla nepřekračují na dálnici rychlost 90 km/h.
- Nákladní vozidla preferují pro svoji jízdu dálnice či rychlostní komunikace před komunikacemi nižších tříd.
- Není rozlišen počet jízdních pruhů a jejich rozdílná intenzita, hustota a rychlost dopravního proudu na vybraných komunikacích.
- Výsledky získané na základě odvozeného vztahu pro výpočet pravděpodobnosti sjezdu či nájezdu vozidla v určitém místě na danou komunikaci přibližně odpovídají realitě.

3.1.3 Cíle dopravního modelu

Simulovaný dopravní model má následující cíle:

- Představení současného stavu dálnice D1 v úseku Praha - Brno pro nákladní vozidla.
- Představení současného stavu dálnice D1, D11 a R35 pro nákladní vozidla.
- Představení současného a predikovaného stavu hlavních tahů přes Českou republiku (D1, D2, D3, D5, D8, D11 a R35 pro nákladní vozidla).
- Výsledky simulačního modelu ověří hypotézu, že kompletní dostavba rychlostní silnice R35 významně ulehčí dálnici D1, zvláště pak po dokončení dálnice D8 v celém jejím plánovaném rozsahu.
- Výsledky simulačního modelu pomohou určit, ze kterých regionů by se vyplatilo jezdit novou rychlostní komunikací místo dálnice D1 a jak moc by se mohlo přetížené dálnici D1 ulevit.
- Výsledky dopravního modelu pomůžou přibližně odhadnout, kde a kolik nových skladů a distribučních center pravděpodobně vznikne a dále možný počet nových pracovních míst, jelikož se předpokládá, že vznikne mnoho průmyslových zón a skladových areálů v těchto oblastech.
- V neposlední řadě pomůžou výsledky dopravního modelu odhadnout možnosti objíždění elektronického mýta v případě, že pro řidiče není doba jízdy hlavní prioritou.

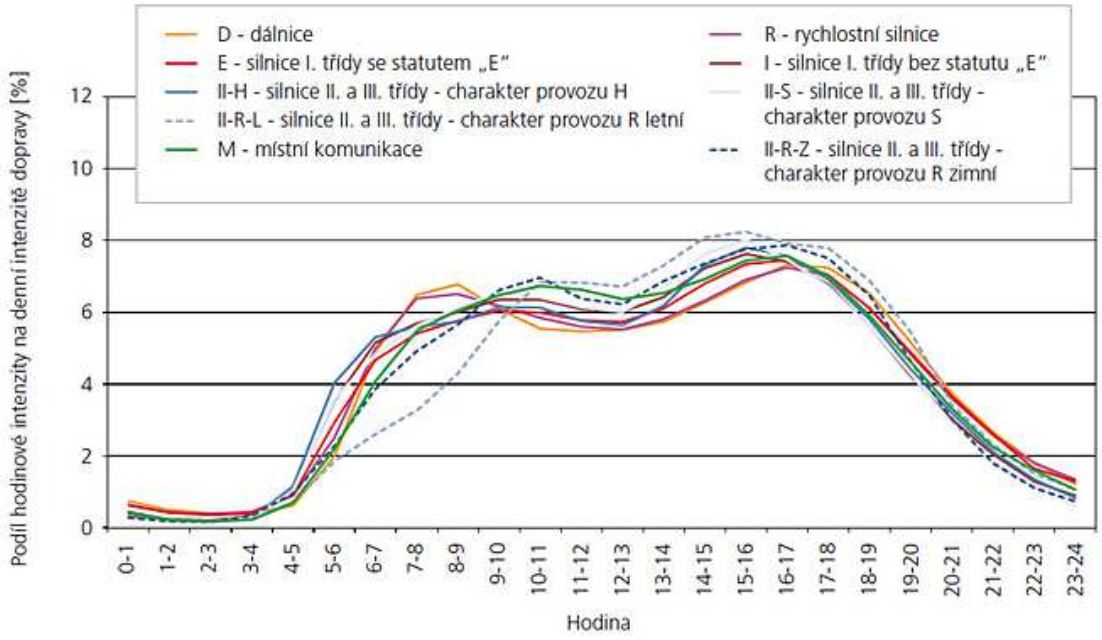
V práci jsou jednotlivé modely simulovány pouze pro nákladní vozidla, a to z důvodu stanovených cílů práce. V práci je stěžejní nasimulovat v programu SIMUL8 síť zvolených dálnic a rychlostních komunikací a poté odhadnout budoucí distribuční strategie realizované nákladními vozidly po dostavbě R35. Osobní vozidla samozřejmě ovlivňují kapacitu dopravního proudu. Vzhledem k absenci přesných údajů týkající se určení kapacity jednotlivých úseků zvolených komunikací v simulovaných modelech jsou uvedené kapacity zdrojů jednotlivých aktivit v modelech stanoveny na základě experimentů se simulačním modelem. Kapacity zdrojů jsou shodné pro všechny modely. Pro zajímavost jsou některé kapacity také vypočteny na základě Greenshieldova modelu.

3.2 Potřebná data

K vytvoření zvolené sítě komunikací je nutné znát údaje o rozmístění současných a také plánovaných komunikací v prostoru. Z hlediska omezení toku dopravy po komunikacích je zapotřebí znát kapacitu jednotlivých úseků zvolených komunikací. Pro generování dopravního toku je zapotřebí znát informace o zdrojích a cílech dopravní poptávky ve sledované síti a časové rozložení intenzity této poptávky.

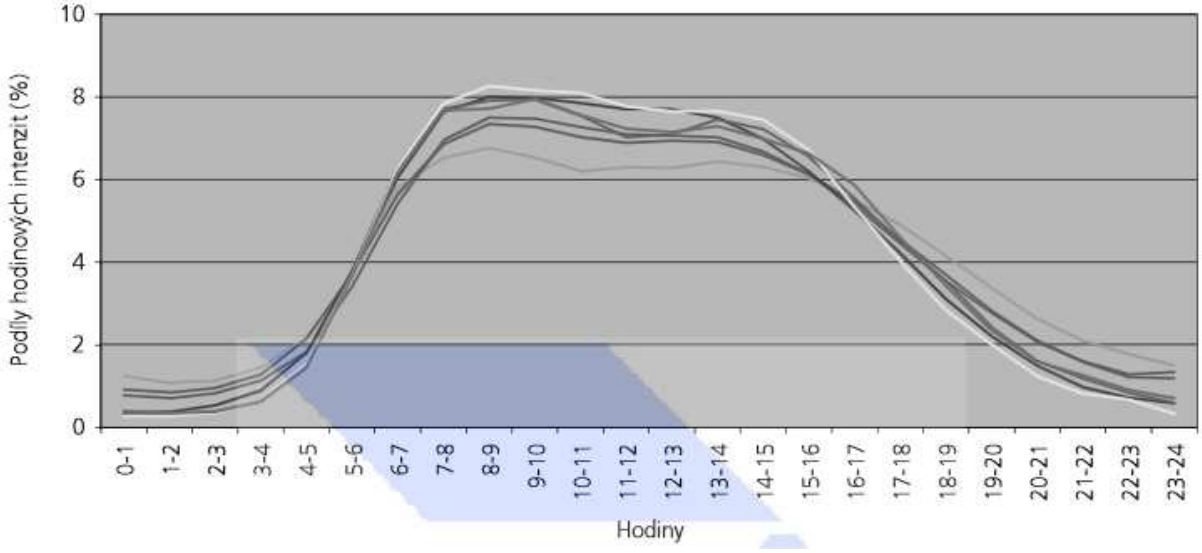
3.2.1 Intenzity dopravního proudu

Měření intenzity dopravy se provádí buď tzv. dopravními průzkumy, nebo sběrem dat z automatických sčítačů dopravy (ASD). Nejdůležitějším zdrojem informací o průměrné intenzitě dopravy a o dalších hodnotách určených výpočty je „Celostátní sčítání dopravy na silniční a dálniční síti ČR“ (CSD), které provádí ŘSD ČR každých pět let (…, 2005, 2010, 2015, …). Získané informace slouží hlavně jako kvalitní podklady pro plánování dopravních staveb. Toto sčítání je celostátní akcí, při níž se v průběhu půl roku ručním způsobem zjišťuje roční průměrná denní intenzita (RPDI) na cca 6 000 sčítacích úsecích. Hodnoty RPDI jsou zjišťovány na všech úsecích dálnic, silnic I. a II. třídy a na vybraných úsecích silnic III. třídy (cca 15 % jejich délky). Obrázek 6-5 v příloze A zobrazuje intenzity dopravy na dálnicích, rychlostních silnicích a silnicích I. třídy vypočítané z dat z CSD 2010 [1].

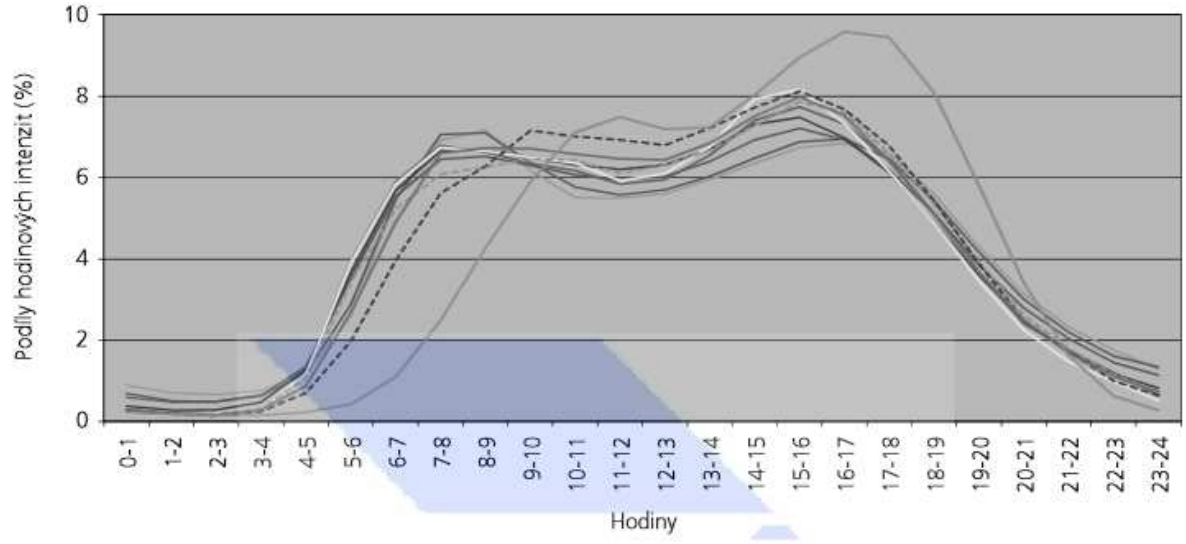


Obrázek 3-1: denní variace intenzit dopravy v běžný pracovní den (osobní vozidla) Zdroj: [1]

Výsledky CSD 2010 ukázaly významnou změnu vývoje intenzit dopravy, a to stagnaci intenzit v období 2005 - 2010. Jednou z příčin mohla být i ekonomická krize, která v druhé polovině období zasáhla ČR. To se projevilo i ve změně vývoje hrubého domácí produktu ČR a okolních států i jeho prognózy pro nejbližší období. ŘSD vědomo si důležitosti kvalitní a aktuální prognózy intenzit automobilové dopravy, zejména ve vztahu k ekonomickému vynakládání prostředků na rozvoj silniční sítě, proto zadalo zpracování aktualizace prognózy intenzit automobilové dopravy [2].

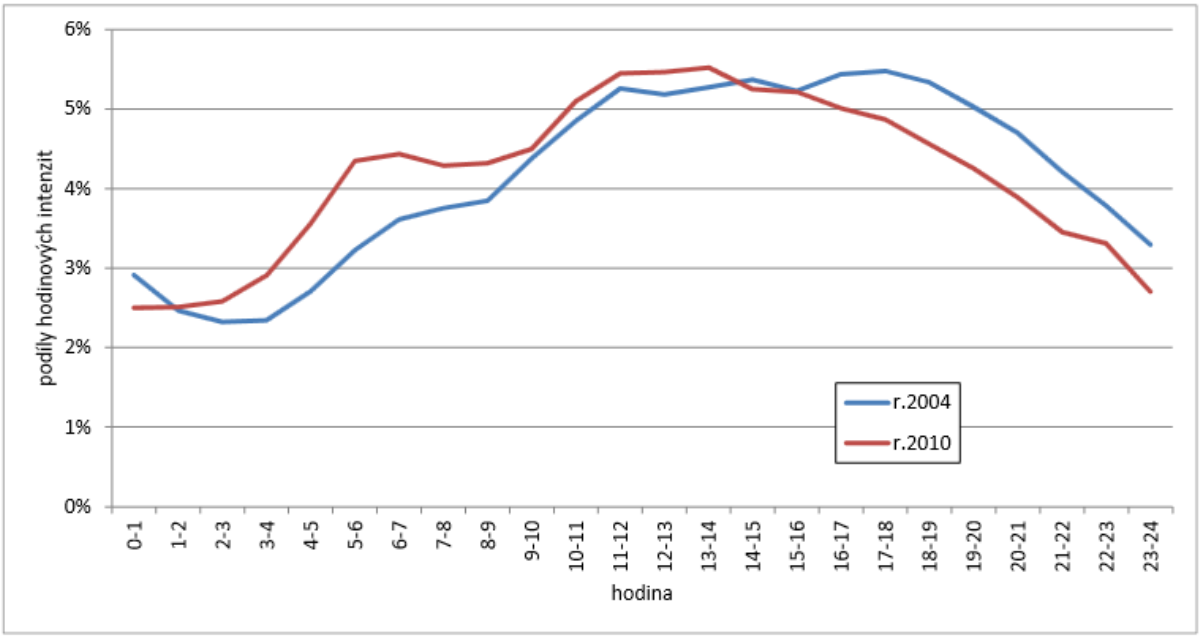


Obrázek 3-2: denní variace intenzity dopravy v běžný pracovní den (vozidla celkem) **Zdroj: [1]**



Obrázek 3-3: denní variace intenzity dopravy v běžný pracovní den (nákladní vozidla) **Zdroj: [1]**

Srovná-li se průměrná intenzita dopravy v běžné pracovní dny (úterý, středa a čtvrtek v měsících duben, květen, červen, září a říjen), byl zaznamenán pokles intenzit dopravy nákladních souprav o cca 9% z hodnoty 7 146 voz/den v roce 2004 na hodnotu 6 506 voz/den v roce 2010. Obdobný pokles denních intenzit nákladní dopravy byl při CSD 2010 zaznamenán na celé síti dálnic a silnic I. třídy. Variace intenzit dopravy osobních vozidel v běžný pracovní den dle denní doby zachycuje Obrázek 3-1. Obrázek 3-2 zachycuje denní variace intenzit dopravy pro všechna vozidla celkem a Obrázek 3-3 pouze pro nákladní vozidla. Všechny tři obrázky znázorňují dvouvrcholovou křivku, kdy prvního vrcholu je v průměru dosahováno v dopoledních hodinách (7 - 9) a druhého vrcholu v odpoledních hodinách (16 - 17), což odpovídá běžným dopravním špičkám během dne.



Obrázek 3-4: Hodinové intenzity dopravy nákladních vozidel, dálnice D1, úsek 1-8080, oba směry celkem, roky 2004 a 2010 **Zdroj: [1]**

Hodinové intenzity dopravy v běžné pracovní dny zobrazuje Obrázek 3-4. Přestože je obrázek zkreslený různou celkovou denní intenzitou dopravy, je zřejmé, že oproti roku 2004 ubylo roce 2010 nákladních souprav zejména v odpoledních a nočních hodinách (13:00-01:00). Tomu odpovídají i různé denní variace intenzit dopravy, které vyjadřují podíl intenzity dopravy v danou hodinu na celodenní intenzitě dopravy, vyjadřují se v %. Tento trend (pokles podílu intenzity dopravy v odpolední a noční hodiny) byl zaznamenán u nákladních souprav, zejména na dálkových tazích (dálnice, rychlostní silnice). Srovná-li se podíl intenzity dopravy v jednotlivých obdobích dne na celodenní intenzitě (v průměru za celou komunikační síť ČR) v roce 2004 a 2010 získají se údaje, které uvádí Tabulka 3-1:

Rok	Den (6:00-18:00)	Večer (18:00 – 22:00)	Noc (22:00 – 6:00)
2004	61,2%	17,6%	21,2%
2010	67,3%	14,0%	18,7%

Tabulka 3-1: Podíl intenzity dopravy nákl. vozidel na dálnicích a rychlostních silnicích během dne Zdroj: [16]

3.2.2 Výhledové koeficienty růstu dopravních výkonů

Získání věrohodné prognózy přepravních nároků je velmi obtížné, protože je ovlivněna řadou faktorů. Mezi zmíněné faktory patří např. ekonomická krize či ekonomický růst, změny na komunikační síti (dostavba významné návazné komunikace, oprava významné komunikace a omezení provozu aj.), změny ve struktuře využití území – změny zdrojů a cílů dopravy, počet obyvatel v dané oblasti, počet pracovních příležitostí v dané oblasti, počet školních zařízení, počet zdravotnických zařízení, aj. Obrázek 6-6 v příloze A zachycuje prognózu intenzit dopravy

na silnicích pro rok 2040. Prognózu přepravních nároků lze vytvořit dvěma základními postupy [11]:

- Extrapolací jsou ze znalosti současných a minulých nároků vytvořeny předpokládané budoucí trendy. Do regresní analýzy se poté zahrnou očekávané budoucí změny.
- Vytvoření modelu současného stavu, který je kalibrován se současným změřeným stavem a až po dosažení přijatelné směrodatné odchylky je prognózován budoucí vývoj. Takový model je schopen očekávanou potřebu cesty generovat.
- Prognózou pomocí růstových koeficientů.

Jelikož autorka práce nezískala potřebná výhledová data pro zmíněné faktory ovlivňující budoucí vývoj přepravních nároků v regionech České republiky, bude se dopravní prognóza v této práci odvíjet od výhledových koeficientů růstu dopravního výkonu zveřejněných Ministerstvem dopravy, které schválilo v roce 2010 technické podmínky TP 225 Prognóza automobilové dopravy [2] jako výsledek projektu Prognóza intenzit automobilové dopravy na pozemních komunikacích v ČR společností EDIP, s.r.o. v letech 2008-2009. Údaje výhledových intenzit získané podle těchto TP se využívají při navrhování pozemních komunikací, hodnocení efektivnosti silničních a dálničních staveb, kapacitních výpočtech, výpočtech negativních vlivů na životní prostředí apod. Prognóza dopravního výkonu osobních automobilů byla vytvořena na základě předpokládaného vývoje počtu osobních automobilů a průměrného proběhu osobních automobilů. Prognóza přepravního výkonu nákladních automobilů v mezinárodní dopravě byla vytvořena na základě předpokládaného vývoje HDP v závislosti na růstu HDP ČR, sousedních států a celé EU, u vnitrostátní dopravy se předpokládá jen velice mírný nárůst [10].

Součástí uvedených TP 225 jsou koeficienty vývoje intenzit dopravy pro skupiny lehká, těžká a všechna vozidla podle 4 typů komunikací, a to dálnic, rychlostních silnic, silnic I. třídy a společně silnic II. a III. třídy a dále koeficienty vývoje celkového dopravního výkonu (bez rozlišení typu komunikace). Výchozím rokem pro koeficienty je rok 2010, kdy proběhlo poslední CSD. Zmíněné koeficienty zobrazuje Tabulka 3-2, Obrázek 6-11 a Obrázek 6-10 v příloze A [10].

	vozidla		
rok	**lehká**	**těžká nákladní**	**nákladní celkem**
2010	1,00	1,00	1,00
2015	1,10	1,03	1,09
2020	1,28	1,06	1,24
2025	1,43	1,10	1,37
2030	1,54	1,14	1,46
2035	1,64	1,18	1,55
2040	1,73	1,21	1,63
2045	1,82	1,24	1,71
2050	1,89	1,25	1,77

Tabulka 3-2: Výhledové koeficienty růstu dopravních výkonů **Zdroj: [10]**

Podle platných TP 225 [2], Prognóza intenzit automobilové dopravy, se předpokládá, že celkový výkon lehkých vozidel (osobní automobily a motocykly) se do roku 2050 zvýší přibližně o 89 %, těžkých vozidel (nákladní automobily, autobusy, nákladní soupravy) se zvýší o cca 25 %. Koeficienty vývoje intenzit dopravy jsou diferencované podle typu komunikací, větší růst je předpokládán u lehkých i těžkých vozidel, vyšší u dálnic a rychlostních silnic oproti ostatním silnicím. Na dálnicích by měl činit nárůst intenzit do roku 2050 u lehkých vozidel přibližně 126 % a u těžkých vozidel cca 50 %, na rychlostních silnicích u lehkých vozidel 125 % a u těžkých přibližně 38 % [10].

3.3 Konceptuální model dálnice D1

Cílem práce je vytvořit simulační model dopravního toku po dobu 24 hodin na vymezené síti dálnic a rychlostních silnic na území České republiky. Jednotlivé entity, resp. účastníci provozu, budou přicházet do prostředí, tedy budou vstupovat do systému předem zvolených komunikací. Dopravní tok v rámci sítě komunikací je reprezentován pohybem entit, jejichž počet za minutu je vypočten na základě údaje průměrné denní intenzity dopravy z celostátního sčítání dopravy v r. 2010. Vytvořený model bude množstvím pokrytých detailů odpovídat úrovni makroskopických modelů. Po dodání potřebných vstupních údajů – zdrojích a cílech dopravní poptávky, hodinové intenzity dopravy (je třeba znát pravděpodobnostní rozdělení intenzity dopravy v závislosti na čase) by měl model v rámci simulačního běhu, s přihlédnutím na zvolenou úroveň abstrakce, vykazovat uspokojivou míru shody s reálnou situací. Nejdříve je představen model pouze části dálnice D1, poté je model rozšířen o dálnici D11 a rychlostní komunikaci R35. Po vyladění případných zjevných nesrovnalostí jsou do modelu zahrnuty zbylé dálnice a rychlostní komunikace reprezentující hlavní tahy v České republice. Stěžejním modelem této práce je tedy model hlavních tahů ČR.

Dopravní simulační modely se vytvářejí hlavně za účelem možnosti zkoumat chování dopravního systému bez závislosti na reálném prostředí. To umožňuje provádět různé změny ve složení a organizaci komunikací, ať už trvalé (nová komunikace, vytvoření jednosměrky) nebo dočasné (oprava komunikace) a zkoumat jejich vliv na dopravní tok ve sledované síti komunikací. Další výhodou simulačního modelu je možnost urychlit simulační čas, což případně dovoluje rychle vyhodnotit potřebné změny v organizaci dopravy z důvodu nějakých neočekávaných událostí (např. hromadná dopravní nehoda).

3.3.1 Prvky modelu

Při vytváření konceptuálního modelu je nutná specifikace prvků, které budou obsaženy v modelu, a také je nutné určení jejich vazeb - obecně prostředí modelu. Model dálnice D1 se skládá pouze z jedné dálnice a z dopravních prostředků, jež se po dálnici pohybují. Od křižovatek je v tomto modelu abstrahováno, v úvahu jsou brány jen zvolené významnější sjezdy z dálnice D1.

- **Dálnice D1** – jedná se o elementární prvek, po němž se pohybují jednotlivé entity (účastníci dopravního proudu). Pro zvolený model je irelevantní další charakteristika jako délka, počet pruhů či povolená rychlost. Důležitým údajem je kapacita zvolené komunikace

a hodinové intenzity dopravního proudu během dne. Tyto údaje jsou odlišné na každém úseku dálnice, které jsou vymezeny jednotlivými sjezdy.

- **Dopravní prostředek** – jedná se o prvek (entitu), jež se pohybuje po komunikaci z nějakého počátečního bodu cesty směrem k jeho cílovému bodu. Entita vstupuje do modelu jedním z definovaných vstupů a opouští model jedním z výstupů daného modelu. Entita nepřímo ovlivňuje ostatní účastníky dopravního proudu, jelikož zvyšuje obsazenost úseku, po němž se pohybuje, což vede k nárůstu fronty, potaýmo zamezení průchodnosti daného úseku při naplnění kapacity dané části komunikace.
- **Silniční síť** – v tomto případě se jedná pouze o dálnici D1, která vznikla propojením jednotlivých jejích úseků. Silniční síť je orientovaná, resp. účastníci dopravního proudu se mohou pohybovat po daném úseku v obou směrech.
- **Zdroje –** jednotlivé zdroje představují kapacitu jednotlivých úseků dálnice D1.
- **Nájezd na dálnici** – jedná se o vstup do systému se zvoleným exponenciálním pravděpodobnostním rozdělením určujícím intervaly mezi příchody.
- **Sjezd z dálnice** – jedná se o východ ze systému.

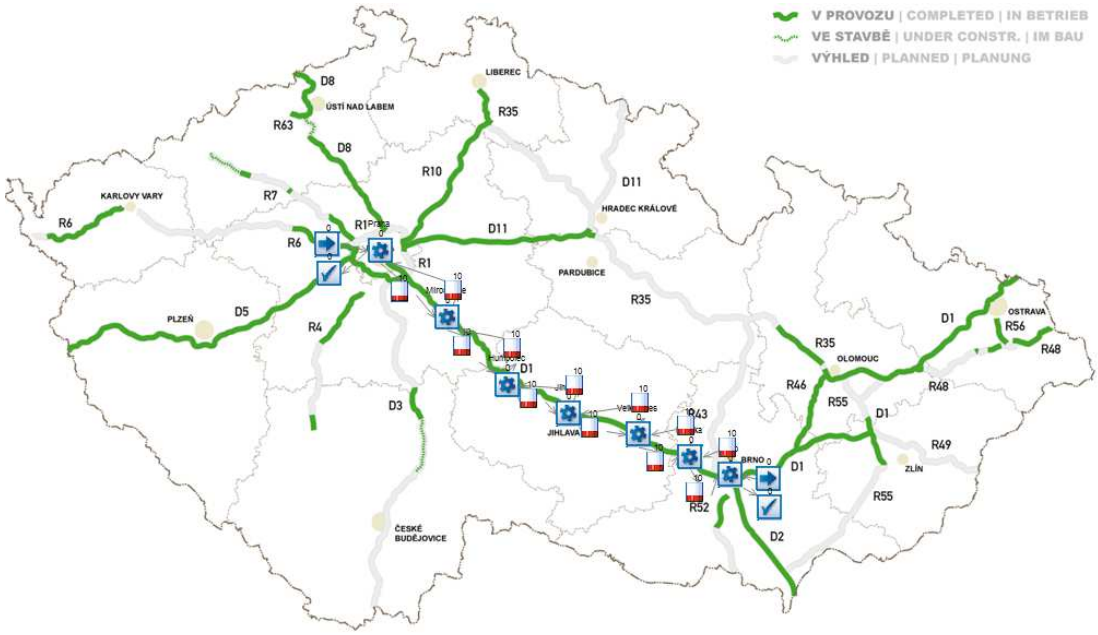
Model dálnice D1, D11 a R35 a model hlavních tahů v ČR vycházejí z modelu dálnice D1. Prvky jednotlivých modelů jsou tudíž velmi podobné, jen silniční síť je rozšířena o zbytek dálnice D1 a o další zvolené významné komunikace.

3.3.2 Schéma pohybu v systému

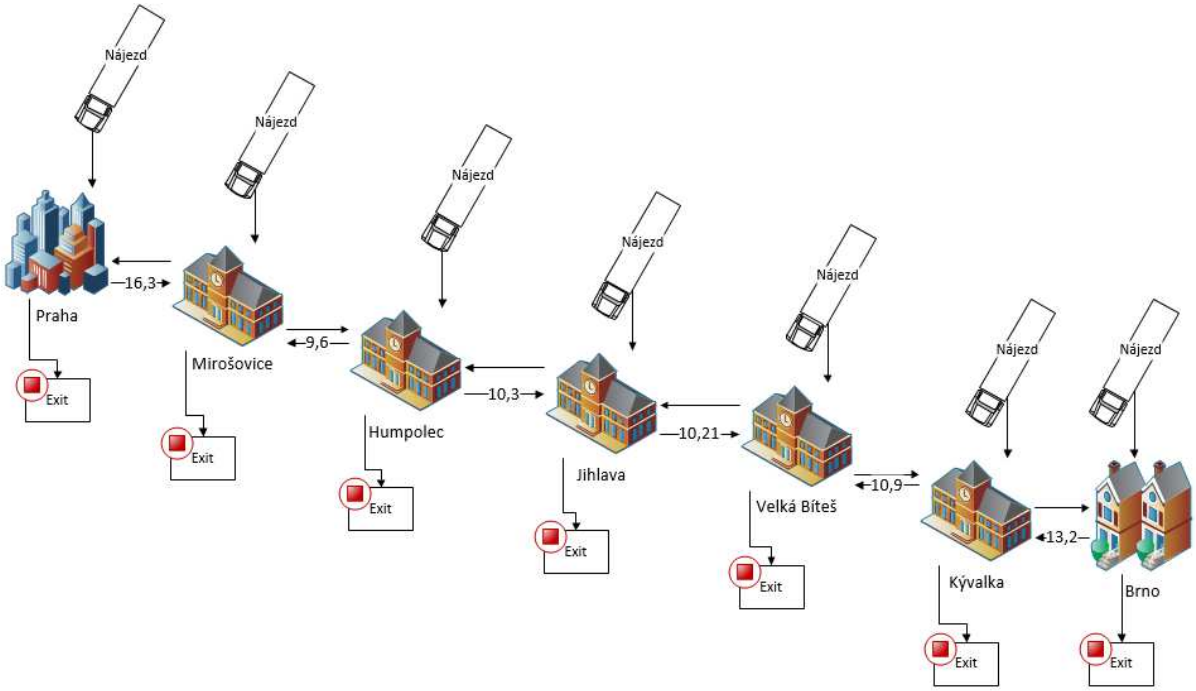
Pohyb v systému zobrazující dálnici D1 znázorňuje Obrázek 3-5. Entity vstupují do systému jedním ze dvou vstupů – jedním u hlavního města Praha a druhým u města Brno, ve kterém jsou generovány exponenciálním rozdělením se střední hodnotou $1/\lambda = 0{,}1$ u Prahy a $1/\lambda = 0{,}14$ u Brna na základě veřejně dostupných dat z CSD 2010. Tyto hodnoty představují průměrný interval mezi po sobě následujícími příchody jednotlivých vozidel za minutu.

Další variantou modelu D1 je zachycení nejen významných průjezdných měst jako v předchozím modelu, ale také zakomponování sjezdů z dálnice D1 (výstupy ze systému) a nájezdů na dálnici D1 (vstupy do systému). Jelikož se jednotlivé intenzity dopravního proudu na každém měřeném úseku dálnice D1 mění, je zapotřebí pokusem stanovit nejvhodnější hodnotu parametru exponenciálního rozdělení, aby modelované hodnoty odpovídaly co nejvíce realitě.

Do modelu byly zahrnuty ke všem aktivitám vstupy (nájezdy na dálnici) a výstupy (sjezdy z dálnice) pro větší věrohodnost modelu. Zjištěné intenzity nákladních vozidel dopravy z CSD 2010 jsou uvedené u každého úseku dálnice D1, jedná se o údaj pro oba směry, viz Obrázek 3-6. Jelikož data z CSD 2010 jsou uvedena ke každé komunikaci v součtu pro oba směry, je velmi těžké odhadnout přesné nebo i přibližné hodnoty intenzity dopravního proudu odpovídající realitě. K odhadu těchto hodnot byl představen výpočet u předešlého modelu. Ze stejného principu vycházejí i další simulované modely vybraných komunikací. Vzhledem k tomu, že simulace probíhá v pěti pracovních dnech, není v žádném simulačním modelu uvažováno jakékoliv omezení provozu nákladních vozidel.



Obrázek 3-5: Schéma modelu **Zdroj: [SIMUL8]**



Obrázek 3-6: Schéma modelu s exity a nájezdy

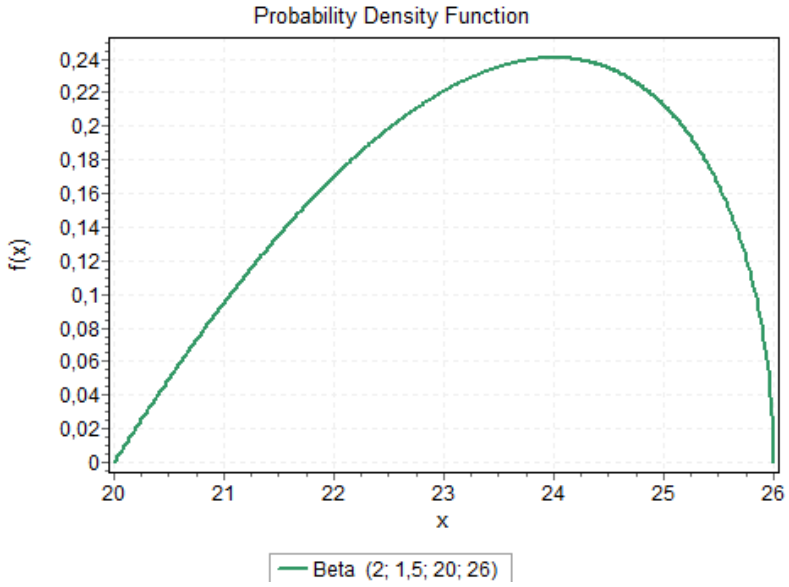
3.3.3 Čas trvání činností

U každé aktivity je nastaven čas trvání činnosti, který reprezentují parametry unimodálního spojitého beta rozdělení $Be\,(a, m, b, \alpha_1, \alpha_2)$, které je vhodné pro zachycení odhadů trvání činností. Hodnoty parametrů pro hodnotu optimistického odhadu a, pro hodnotu modálního odhadu m a pro hodnotu pesimistického odhadu b uvádí Tabulka 3-3. Údaje pro tyto parametry byly nejdříve získány z maps.google.com, kde je uváděn odhad doby jízdy bez výrazného dopravního provozu a běžná doba jízdy při vyšším stupni dopravního provozu, tzn. údaje byly

zjišťovány online v dopravní špičce; a také z aplikace RODOS. Poté autorka práce obdržela z ŘSD z úseku provozovatele elektronického mýta data obsahující jízdní doby (travel time) nákladních vozidel zachycené mýtnými branami na území České republiky a odhady parametrů se pozměnily. Získané údaje byly zpracovány a poté z nich bylo odhadnuto spojité beta rozdělení[9] v průměru s následně uvedenými hodnotami parametrů. Odhad byl proveden pomocí programu StatAssist a EasyFit 5.6 Professional.

Aktivita	Rozpětí doby trvání činnosti [min]		
	optimistický odhad *a*	modální odhad *m*	pesimistický odhad *b*
Praha	21	32	38
Mirošovice	20	24	26
Humpolec	36	42	45
Jihlava	20	28	33
Velká Bíteš	26	38	44
Kývalka	11	18	21
Brno	11	15	17

Tabulka 3-3: Odhady trvání činností **[Zdroj: travel time ŘSD]**



Obrázek 3-7: funkce hustoty pravděpodobnosti beta rozdělení aktivity Mirošovice v denní době 06:00 – 18:00

Zdroj: [StatAssist]

Obrázek 3-7 znázorňuje funkci hustoty pravděpodobnosti beta rozdělení s odhadnutými hodnotami parametrů: $a = 20, b = 26, \alpha_1 = 2, \alpha_2 = 1{,}5$. Jedná se tedy o negativně zešikmené pravděpodobnostní rozdělení aktivity Mirošovice.

Jak bylo ukázáno v části č. 3.2.1 Intenzity dopravního proudu, během dne dochází ke značné variabilitě intenzity dopravnéího proudu. Denní období, po které jsou jednotlivé modely simulovány bylo rozděleno, a todo tří částí - do období noc (22:00 – 6:00), den (06:00 – 18:00)

[9] Více informací o pravděpodobnostních rozděleních je k dispozici v [3].

a večer (18:00 – 22:00). Vstupní intenzity dopravy byly pro zjednodušení pro všechny úseky na dálnici D1 procentně sníženy vycházející z údajů, které zobrazuje Tabulka 3-1, jak dále uvádí Tabulka 3-4. Rozpětí trvání činností dle denní doby prezentuje Tabulka 3-5.

	Intenzita dopravního proudu nákladních vozidel [vozidel/min]		
	Den (6:00-18:00)	**Večer (18:00 – 24:00)**	**Noc (00:00 – 6:00)**
podíl na RPDI nákladních vozidel	**0,693**	**0,176**	**0,131**
Mirošovice	7,86	2,00	1,48
Humpolec	4,62	1,17	0,87
Jihlava	4,96	1,26	0,94
Velka Bites	4,92	1,25	0,93
Kývalka	5,28	1,34	1,00
Brno	6,35	1,61	1,20

Tabulka 3-4: intenzita dopravního proudu nákladních vozidel dle denní doby

Variabilita intenzit dopravy dle denní doby dále ovlivní hodnoty pravděpodobnostního beta rozdělení určující délku trvání jednotlivých činností, jelikož s rostoucí intenzitou dopravního proudu během dne roste i modální hodnota délky trvání dané činnosti. Dále je variabilitou intenzit dopravy během dne ovlivněn interval mezi příjezdy na dálnici pro jednotlivé nájezdy.

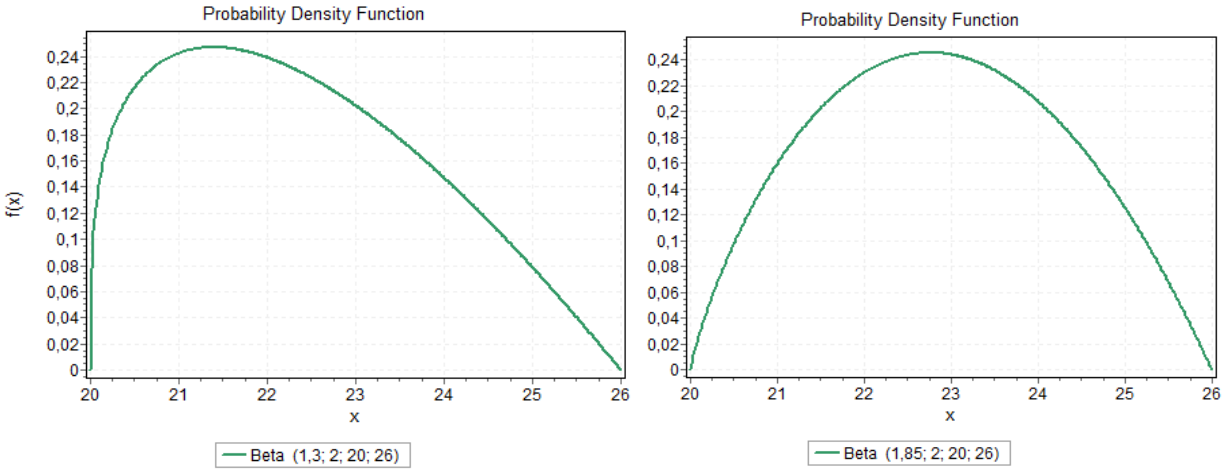
Shodným způsobem jsou získány hodnoty parametrů beta rozdělení pro jednotlivé denní doby u každé aktivity u dalších simulovaných modelů. Pro obdbobí noc (00:00 – 06:00) jsou hodnoty parametrů rovny $\alpha_1 = 1{,}3, \alpha_2 = 2$, pro období den (06:00 – 18:00ú jsou hodnoty rovny $\alpha_1 = 2, \alpha_2 = 1{,}5$ a pro období večer (18:00 – 24:00) jsou hodnoty rovny $\alpha_1 = 1{,}85, \alpha_2 = 2$.

Aktivita	Rozpětí doby trvání činnosti [min]				
	optimistický odhad *a*	**modální odhad (06:00–18:00) *m***	**modální odhad (18:00-24:00) *m***	**modální odhad (00:00–06:00) *m***	**pesimistický odhad *b***
Praha	21	32	29	25	38
Mirošovice	20	24	23	21	26
Humpolec	36	42	40	38	45
Jihlava	20	28	26	23	33
Velká Bíteš	26	38	34	30	44
Kývalka	11	18	16	13	21
Brno	11	15	14	12	17

Tabulka 3-5: rozpětí doby trvání činností dle denní doby **Zdroj: [travel time ŘSD]**

Obrázek 3-8 zobrazuje funkce hustoty pravděpodobnosti beta rozdělení s odhadnutými hodnotami parametrů: $a = 20, b = 26, \alpha_1 = 1{,}3, \alpha_2 = 2$. Jedná se tedy opět o negativně zešikmené pravděpodobnostní rozdělení aktivity Mirošovice v denní době 18:00-24:00. Pozitivně

zešikmené beta rozdělení bylo odhadnuto pro aktivitu Mirošovice v denní době 00:00-06:00 s hodnotami $a = 20, b = 26, \alpha_1 = 1{,}85, \alpha_2 = 2$.



Obrázek 3-8: funkce hustoty pravděpodobnosti beta rozdělení aktivity Mirošovice pro denní dobu 18:00-24:00 (vlevo) a pro denní dobu 00:00-06:00 (vpravo) **Zdroj: [StatAssist]**

3.3.4 Intenzity dopravy a pravděpoodbnosti sjezdu a nájezdu na dálnici

Pro každý nájezd bylo zapotřebí zjistit průměrné intenzity provozu z CSD 2010 daného nájezdu zkoumaného místa (aktivity). Bohužel interaktivní mapa s daty z CSD 2010 nerozlišuje sjezd a nájezd, ale pouze součet intenzit v obou směrech, byl postup výpočtu intervalu mezi příjezdy na daném nájezdu takový, jaký zachycuje Tabulka 3-6.

Nájezdy	Intenzita v obou směrech za 24h	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
Mirošovice	4 194	2 097	1,46	0,687
Humpolec	6 305	3152,5	2,19	0,457
Jihlava	8 109	4054,5	2,82	0,355
Velká Bíteš	1 906	953	0,66	1,511
Kývalka	4 054	2 027	1,41	0,710

Tabulka 3-6: intenzita dopravy pro jednotlivé nájezdy **Zdroj: [CSD 2010]**

Pro jednotlivé sjezdy se musely vypočítat pravděpodobnosti, že nákladní auto v daném městě sjede z dálnice D1. Dané hodnoty zobrazuje Tabulka 3-7. Jelikož veřejně dostupné informace z CSD 2010 jsou relativně omezené, byly pro výpočet brány v potaz následující skutečnosti pro nákladní vozidla:

- Intenzita dopravního proudu těsně před daným městem za den (v tisících jednotek).
- Intenzita dopravního proudu těsně za daným městěm za den (v tisících jednotek).
- Intenzita dopravního proudu na komunikacích navazujících na daný exit dálnice D1 za den (v tisících jednotek).
- Intenzita dopravního proudu za celý daný úsek mezi dvěma zvolenými městy za den (v tisících jednotek).

Aktivita	Intenzita za den (v tis.)	P sjezdu	konstanta	výsledná P sjezdu
Mirošovice	16,323	0,260	0,247	0,507
Humpolec	9,594	0,035	0,258	0,293
Jihlava	10,300	0,004	0,314	0,318
Velká Bíteš	10,217	0,035	0,057	0,093
Kývalka	10,967	0,092	0,141	0,233

Aktivita	Intenzita PŘED za den (v tis.)	Intenzita PO za den (v tis.)	Intenzita hl. sjezdu za den (v tis.)
Mirošovice	13,570	10,226	2,938
Humpolec	9,620	10,102	2,540
Jihlava	10,455	10,334	3,260
Velká Bíteš	10,176	10,919	0,605
Kývalka	11,258	12,128	1,649

Tabulka 3-7: výpočet pravděpodobnosti sjezdu z dálnice D1

Hodnota $P\ sjezdu$ např. v místě Mirošovice je počítána dle následujícího vztahu:

$$\frac{ID_M - ID_H}{ID_M + ID_H},$$

kde

ID_M – průměrná intenzita dopravního proudu na úseku Praha-Mirošovice rovna hodnotě 16 323 za den v obou směrech,

ID_H - průměrná intenzita dopravního proudu na úseku Mirošovice-Humpolec rovna hodnotě 9 594 za den v obou směrech.

Hodnota $výsledná\ P\ sjezdu$ je součtem hodnot $P\ sjezdu$ a $konstanta$. Hodnota $konstanta$ je získána pro místo Mirošovice na základě následujícího vztahu:

$$\frac{IHSD_M}{\frac{(IPD_M + IPOD_M)}{2}},$$

kde

$IHSD_M$ – průměrná intenzita dopravního proudu na hlavním sjezdu v místě Mirošovice rovna hodnotě 2 040 za minutu v obou směrech,

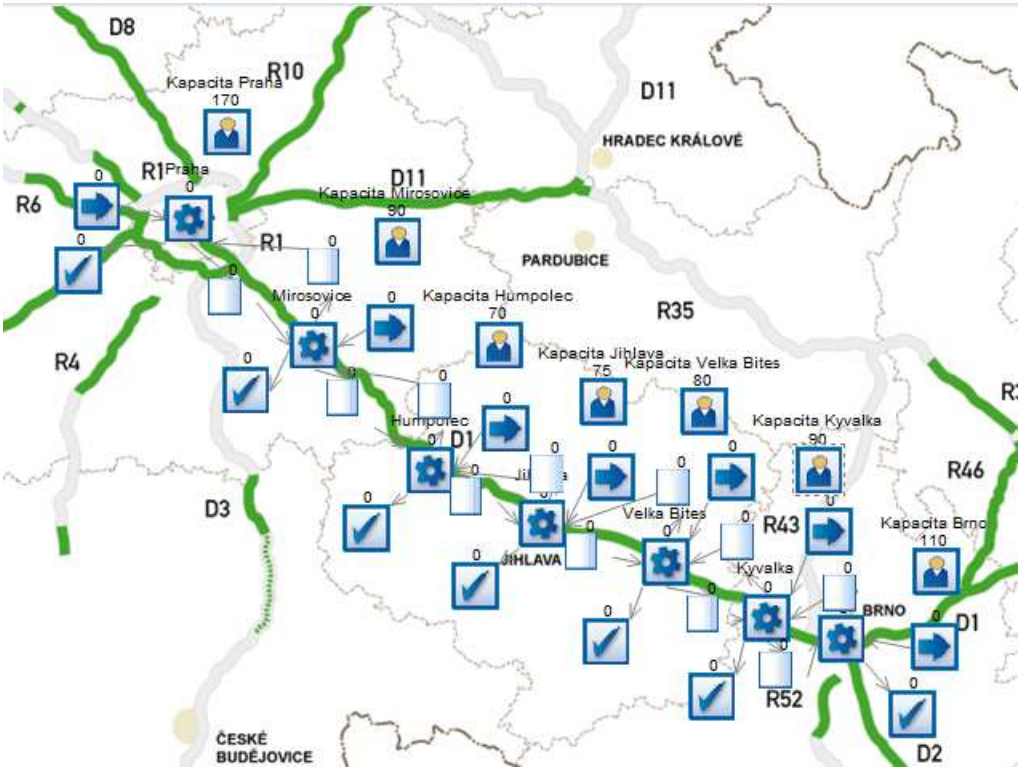
IPD_M – průměrná intenzita dopravního proudu těsně před místem Mirošovice rovna hodnotě 9 424 za minutu v obou směrech,

$IPOD_M$ - průměrná intenzita dopravního proudu těsně za místem Mirošovice rovna hodnotě 7 101 za minutu v obou směrech.

Jelikož v době vypracování simulačního modelu nebyly k dispozici údaje týkající se kapacity dálnic a rychlostních silnic, resp. hodnoty maximální hustoty jednotlivých komunikací, bylo nutné akceptovat další zjednodušení modelu, a to zjištění hustoty jednotlivých zkoumaných úseků dálnice D1. Pro modelování možných kongescí na silnici je nutné znát kapacitu simulované dálnice, je tedy třeba si stanovit rychlost, od které bude hustota dopravního toku klasifikována jako kongesce.

Rychlost dopravního toku v kongesci uvádí ŘSD na 30 km/h. Na základě Greenshieldova modelu a průměrných intenzit dopravního proudu z CSD 2010 zobrazuje Tabulka 6-2 uvedená v příloze B v podkapitole 6.1 vypočtené hodnoty maximální intenzity dopravního proudu nákladních vozidel při rychlosti 90 km/h $(I_{MAX\ [90\ km/h]})$. Dále jsou vypočteny kapacity jednotlivých úseků dálnice D1 při průměrné rychlosti 70 km/h $(K_{prům.})$, při vypočtené maximální intenzitě $(K\ při\ I_{MAX})$ a při kongesci (K_j). Teoretické vypočtené hodnoty maximální intenzity dopravního proudu nákladních vozidel při rychlosti 90 km/h $(I_{MAX\ [90\ km/h]})$ a 30 km/h $(I_{MAX\ [30\ km/h]})$ pro zajímavost srovnává Tabulka 6-3 s naměřenými intenzitami dopravy špičkové hodiny $(I_{špičk.h.})$ vycházející z CSD 2010. Intenzita dopravy špičkové hodiny představuje nejvyšší hodinovou intenzitu dopravy. Pro lepší srovnání je dopočtena hodnota kapacity jednotlivých úseků dálnice D1 ve špičkové hodině $(K_{šp.h.})$, která je přibližně desetkrát větší oproti teoretické hodnotě kapacity dopravního proudu při kongesci (K_j), která byla vypočtena z průměrné intenzity dopravního proudu z CSD 2010.

Hodnoty kapacit dopravního proudu při špičkové hodině byly přiřazeny jednotlivým zdrojům v simulačním modelu, resp. každé aktivitě byla přiřazena kapacita zdroje jako součet hodnot navazujících úseků na danou aktivitu, viz Obrázek 3-9.



Obrázek 3-9: kapacity zdrojů **Zdroj: [SIMUL8]**

Pro zjednodušení je uvažováno, že pravděpodobnost sjezdu z dálnice D1 na jednotlivých sjezdech se během dne s měnící se intenzitou dopravy nemění, jelikož výpočet vycházel z poměrů průměrných denních intenzit dopravy těsně před a těsně za vybraným místem ku celkové průměrné denní intenzitě dopravního proudu daného úseku. S denní dobou se ovšem budou zajisté měnit intervaly mezi jednotlivými vozidly najíždějící na dálnici D1 na vybraných nájezdech. Jednotlivé

hodnoty parametru exponenciálního rozdělení určující délku intervalu mezi příchody zobrazuje Tabulka 3-8, Tabulka 3-9 a Tabulka 3-10.

Nájezdy	Intenzita v obou směrech za den (06:00-18:00)	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
Mirošovice	2 906,44	1 453,22	1,01	0,991
Humpolec	4 369,37	2 184,68	1,52	0,659
Jihlava	5 619,54	2 809,77	1,95	0,512
Velka Bites	1 320,86	660,43	0,46	2,180
Kývalka	2 809,42	1 404,71	0,98	1,025

Tabulka 3-8: interval mezi najíždějícími vozidly v období 06:00 – 18:00

Nájezdy	Intenzita v obou směrech za večer (18:00-24:00)	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
Mirošovice	738,14	369,07	0,26	3,902
Humpolec	1 109,68	554,84	0,39	2,595
Jihlava	1 427,18	713,59	0,50	2,018
Velka Bites	335,46	167,73	0,12	8,585
Kývalka	713,50	356,75	0,25	4,036

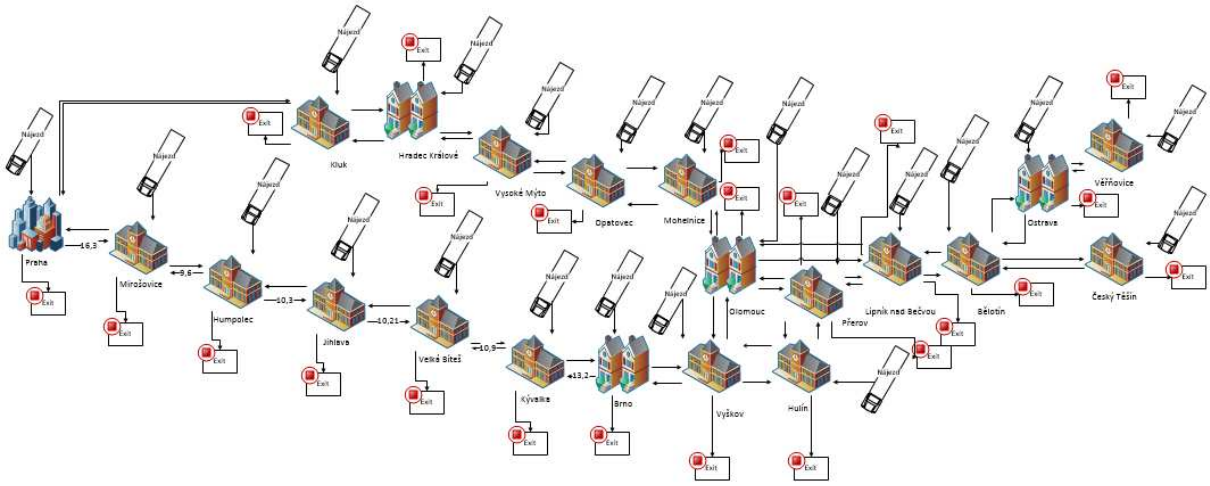
Tabulka 3-9: interval mezi najíždějícími vozidly v období 18:00 – 24:00

Nájezdy	Intenzita v obou směrech za noc (00:00-06:00)	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
Mirošovice	549,41	274,71	0,19	5,242
Humpolec	825,96	412,98	0,29	3,487
Jihlava	1 062,28	531,14	0,37	2,711
Velka Bites	249,69	124,84	0,09	11,534
Kývalka	531,07	265,54	0,18	5,423

Tabulka 3-10: interval mezi najíždějícími vozidly v období 00:00 – 06:00

3.4 Konceptuální model dálnic a rychlostních silnic včetně R35

Přestože v návrhu stále existují tři varianty realizace komunikace R35 přes území Českého ráje, v simulačním modelu nebudou rozebírány jednotlivé výhody či nevýhody jakékoliv varianty, neboť to pro simulovaný problém není relevantní. V modelu bude uvažována severní varianta (koridor 1), která je v současnosti navržena pro schválení v územním řízení. Simulovaný model schématicky zobrazuje Obrázek 3-10. Protože se tento model rozrostl o další aktivity, jsou jednotlivé tabulky se vstupními údaji uvedeny v příloze C v podkapitole 6.3. Přístupy získání potřebných údajů k nastavení simulovaného modelu jsou shodné jako v případě modelu části dálnice D1.



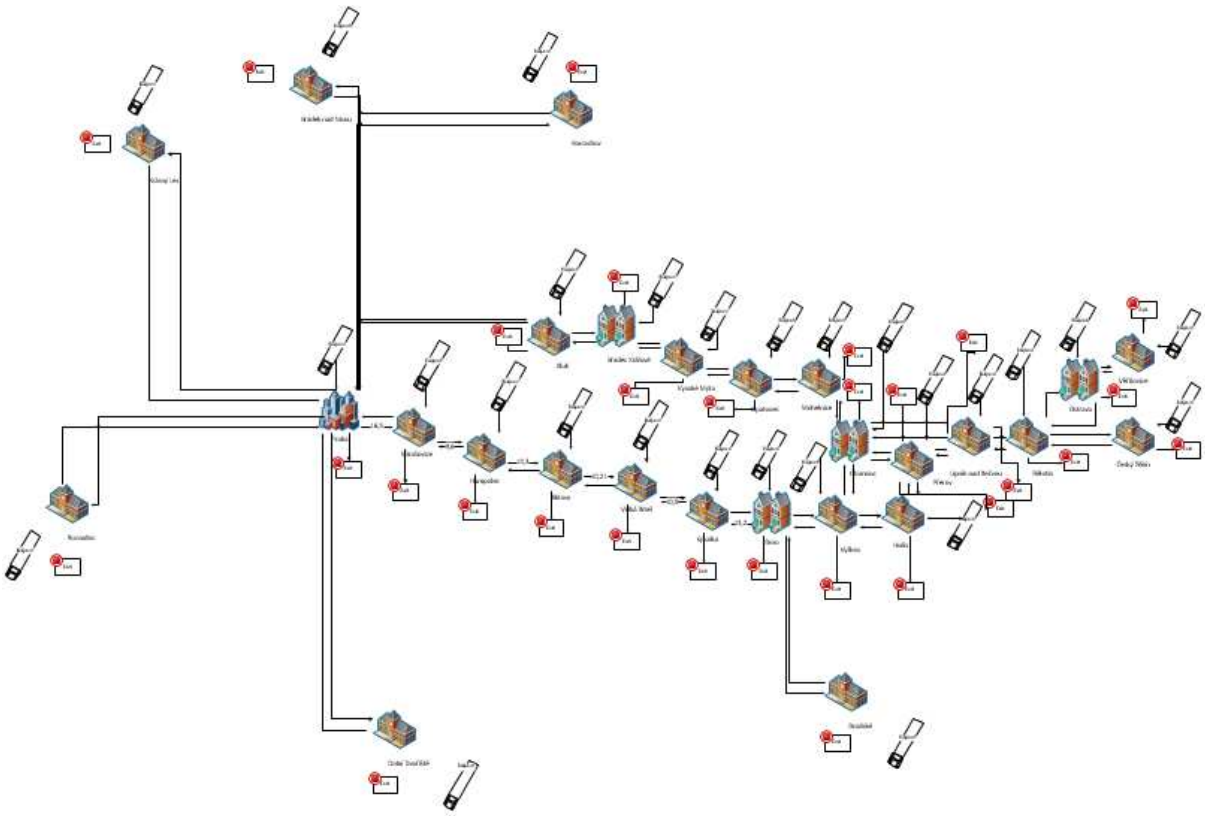
Obrázek 3-10: Schéma modelu s exity a nájezdy

3.5 Konceptuální model hlavních tahů v České republice včetně R35

Po vstupu České republiky do Schengenského prostoru odpadla zdržení silničních vozidel na hranicích při pasovém a celním odbavení. Nyní je tedy důležité převážně kritérium dopravní výhodnosti při rozhodování o volbě trasy překračující státní hranici. Dopravní výhodnost je dána zejména kvalitou pozemní komunikace, jejím uspořádáním a vybavením, umožňující rychlou, bezpečnou a plynulou jízdu a také ekonomickými důvody z hlediska spotřeby času a pohonných hmot. Proto i v současné době, kdy je možno překračovat hranice na více místech, řidiči jednoznačně preferují použití dálnic, rychlostních silnic a silnic I. třídy. V současnosti je možno překračovat státní hranice po čtyřech dálnicích, a to po dálnici D1 ve Věřňovicích, D2 v Lanžhotě, dálnici D5 v Rozvadově a dálnici D8 v Krásném Lese. Hlavním důvodem výstavby dálnice D1 v příhraničních úsecích bylo zabezpečit propojení dálničních sítí ČR a Polska a současně i kvalitní silniční spojení ostravské a katovické průmyslové aglomerace. Vzájemného propojení bylo dosaženo v roce 2012. Hlavním cílem výstavby dálnice D2 bylo vzájemně propojit hlavní města republik bývalého Československa, čehož bylo dosaženo v roce 1980. Hlavním důvodem pro výstavbu dálnic D5 a D8 v příhraničních úsecích bylo zabezpečit napojení sítě dálnic České republiky na dálniční síť západní Evropy. Propojení dálnic na státních hranicích se Spolkovou republikou Německo došlo u dálnice D5 v roce 1997 a u dálnice D8 na konci roku 2006 [9]. Simulovaný model hlavních tahů schématicky zobrazuje Obrázek 3-11.

Průměrná intenzita na D1 na tahu Mirošovice – Brno je cca 39 800 voz./24h, v úseku Brno - Vyškov je více než 43 100 voz./24h, v úseku Lipník – Bělotín je 26 000 voz./24h a v úseku Bělotín – Ostrava je skoro 16 000 voz./24h. Na dálnici D2 je průměrná intenzita dopravy 22 000 voz./24h, přičemž na prvním úseku D2 v Brně je 47 400 voz./24h, na dálnici D5 v úseku Praha - Ejpovice je skoro 36 000 voz./24h, v úseku Ejpovice – Plzeň je 20 800 voz./24h a Plzeň - Rozvadov 16 900 voz./24h. Na dálnici D8 je průměrná intenzita bezmála 22 000 voz./24h a na dálnici D11 je v úseku Praha – Levín průměrná intenzita 31 100 voz./24h, na úseku Levín - Sedlice pak 18 100 voz./24h. Nejnižší hodnoty průměrných denních intenzit dopravy

na dálnicích byly dosahovány na nově vybudovaných úsecích dálnic, které však nejsou v navazujících úsecích dostavěny, což ovlivňuje využívání již zprovozněných úseků [10].



Obrázek 3-11: Schéma modelu s exity a nájezdy

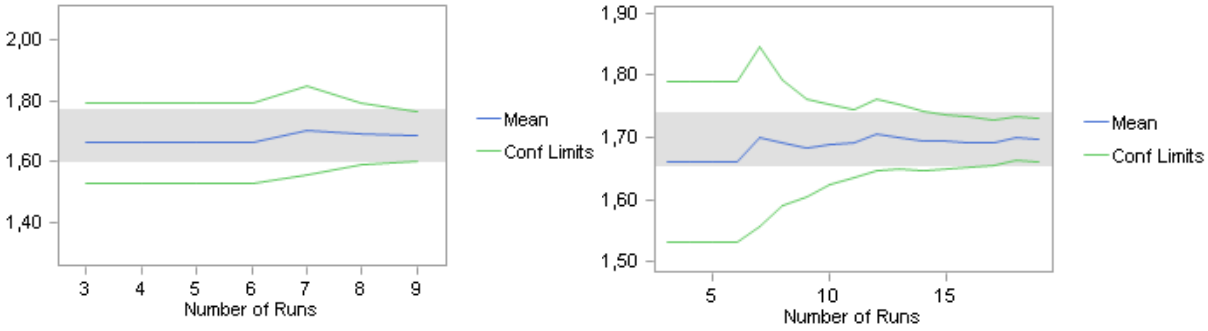
Jednotlivé přístupy získání potřebných údajů k nastavení simulovaného modelu jsou opět shodné jako v případě modelu části dálnice D1. Potřebné hodnoty jsou uvedeny v příloze D v podkapitole 6.5.

Pro výhledový stav byly použity výhledové koeficienty pro r. 2040, viz Tabulka 4-8. Tabulka 6-63 představující výhledové intenzity dopravy na vybraných dálnicích a rychlostních silnicích a také Tabulka 6-64 s výhledovými intenzitami nákladních vozidel na jednotlivých nájezdech je uvedena v přloze D v podkapitole 6.7. Pravděpodobnosti sjezdu i délky trvání činností zůstávají pro zjednodušení nezměněny. Schéma finálního modelu zachycuje Obrázek 6-15 v příloze D v podkapitole 6.8.

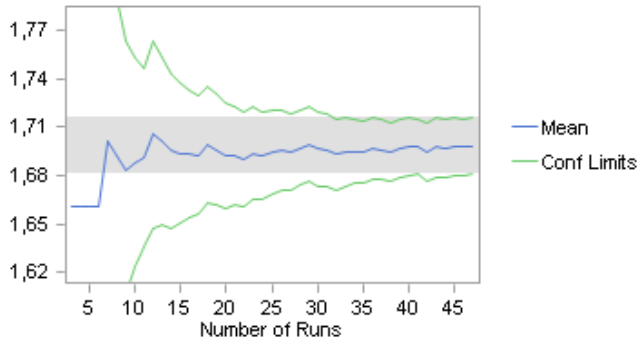
4 Analýza výsledků

Stěžejní při návrhu všech simulovaných modelů bylo získání co nejpřesnějších dat, což ovšem například u pravděpodobnosti sjezdu, počtu vozidel, které na daném místě sjely nebo najely na dálnici, bylo bohužel nemožné. Z tohoto důvodu byl zvolen pomocný výpočet, aby data vkládaná do modelu byla relativně blízká realitě a ne zcela náhodná a výsledky simulací tak byly alespoň do jisté míry vypovídající.

Simulace probíhá během pěti pracovních dnů v týdnu, délka zahřívací fáze byla zvolena v délce jednoho dne. Pro zjištění potřebného počtu běhů simulací pro získání statisticky významných hodnot pro 95% intervaly spolehlivosti byl využit kalkulátor počtu běhů zakomponovaný přímo v programu SIMUL8. Dle tohoto kalkulátoru vyšel pro model dálnice D1 potřebný počet běhů simulace roven 6. Pro 97,5% intervaly spolehlivosti je dle kalkulátoru zapotřebí 13 běhů a pro 99% intervaly je třeba 45 běhů simulace, viz Obrázek 4-1 a Obrázek 4-2. Kritériem pro výpočet potřebných běhů simulace byly údaje pro průměrný čas strávený entitou v systému, čas čekání (nevyužívání) jednotlivých aktivit a čas zpracování průchodu entitou jednotlivými aktivitami.



Obrázek 4-1: počet potřebných běhů simulace pro 95% (vlevo) a 97,5% intervaly spolehlivosti pro model dálnice D1 (vpravo) **Zdroj: [StatAssist]**



Obrázek 4-2: počet potřebných běhů simulace pro 99% intervaly spolehlivosti pro model dálnice D1 Zdroj: [StatAssist]

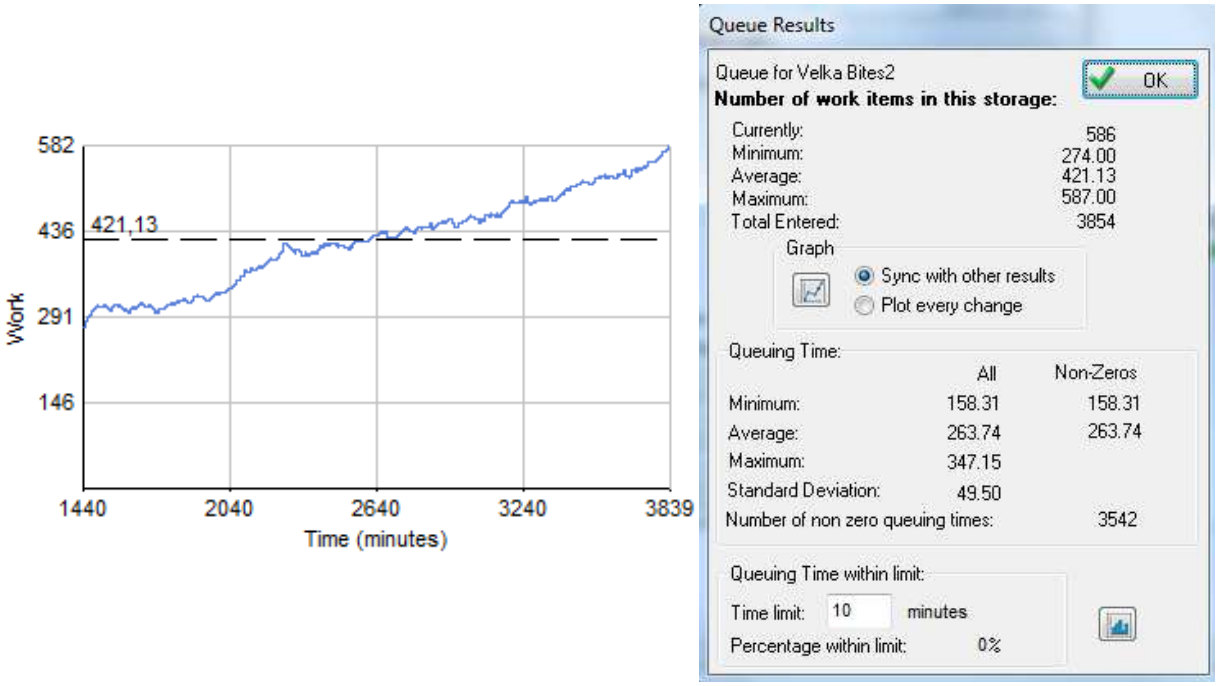
4.1 Model s dálnicí D1

Nejvěrohodnější variantou vzhledem k realitě byl vyhodnocen simulační model dálnice D1 obsahující sjezd a nájezd pro každé vybrané důležité místo na dálnici D1. Daný model obsahuje také ke každé aktivitě zdroje určující kapacitu dálnice D1 pro daný úsek. Jedná se bohužel pouze

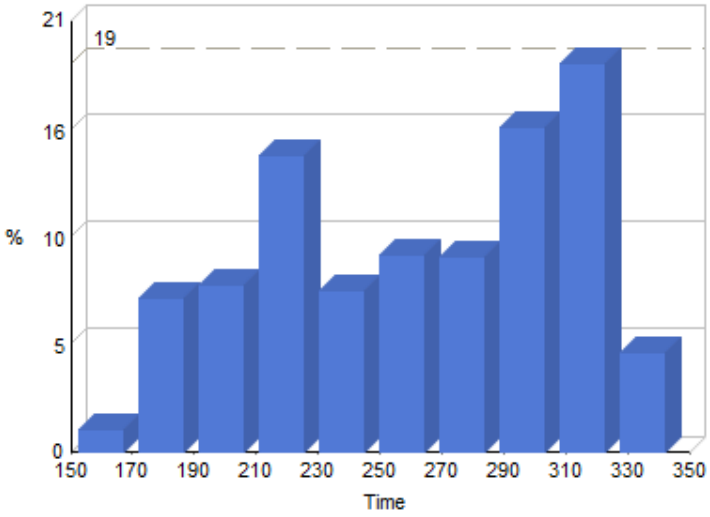
o teoretické hodnoty spočtené na základě vztahů Greenshieldova modelu. Při použití vypočtených kapacit dopravního proudu ve špičkové hodině v simulačním modelu bylo dosaženo následujících výsledků.

4.1.1 Model pro nákladní vozidla bez variace intenzit dopravy dle denní doby

Délka front je kromě fronty na aktivitu Velká Bíteš ze směru Kývalka, ve které během jedné simulace čeká v průměru 421 vozidel, zanedbatelná. Podrobné výsledky zobrazují Obrázek 4-3 a Obrázek 4-4.



Obrázek 4-3: délka fronty na aktivitu Velká Bíteš od Kývalky **Zdroj: [SIMUL8]**



Obrázek 4-4: čas v minutách strávený ve frontě na aktivitu Velká Bíteš ze směru Kývalka Zdroj: [SIMUL8]

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů
Queue for Mirošovice	0	0	82%
Queue for Humpolec	0	0	96%
Queue for Jihlava	0	0	80%
Queue for Velká Bíteš	0	0	100%
Queue for Kývalka	0	0	78%
Queue for Brno	0	0	70%
Queue for Kývalka2	0	1	78%
Queue for Velká Bíteš2	264	421	100%
Queue for Jihlava2	0	0	80%
Queue for Humpolec2	4	3	96%
Queue for Mirosovice2	1	0	82%
Queue for Praha2	0	0	81%

Tabulka 4-1: průměrné časy strávené ve frontě a využití zdrojů jednotlivých aktivit

Jak uvádí Tabulka 4-1, průměrná délka fronty na aktivitu Velká Bíteš ze směru Kývalka je nepřípustná, je tudíž nutné zvýšit kapacitu zdroje pro aktivitu Velká Bíteš, a to dle experimentů na hodnotu 100 z původní hodnoty 80. Poté klesne využití zdroje aktivity Velká Bíteš na 90% s průměrnou dobou strávenou ve frontě v délce 1 minuta, což je velmi příznivé oproti původní variantě. Při zvýšení kapacity dané aktivity na hodnotu 95 by činilo průměrné zdržení ve frontě 4 minuty, což by ještě také bylo únosné, viz Tabulka 4-2.

Aktivita	Využití	Kapacita	Počet odbavených entit
Praha	81,47%	170	32 471
Mirošovice	80,87%	90	22 373
Humpolec	95,29%	70	11 667
Jihlava	81,23%	75	16 017
Velká Bíteš	93,68%	95	17 654
Kývalka	80,49%	90	31 219
Brno	70,21%	110	38 567

Tabulka 4-2: využití entit po zvýšení kapacity aktivity Velká Bíteš na 100 jednotek

4.1.2 Model pro nákladní vozidla s variací intenzit dopravy dle denní doby

Jak bylo ukázáno v části 3.2.1 Intenzity dopravního proudu, během dne dochází ke značné variabilitě intenzity dopravného proudu. Výsledky z modelu zanedbávající tuto variabilitu jsou značně zjednodušené a nepřesné. Pro následující simulaci byl den rozdělen na základě údajů, které zobrazuje Tabulka 3-4.

Nejdříve jsou představeny výsledky pro model v období noc (00:00 – 06:00) z celkem 13 běhů simulace. V této denní době se netvoří kolony nákladních vozidel, jelikož průměrný čas strávený ve frontě je pro všechna vybraná místa na dálnici D1 nulový, viz Tabulka 6-4 a Tabulka 6-5 v příloze

B v podkapitole 6.2. Nejvytíženější aktivitou je Humpolec, která v průměru odbavuje entitu ve 40,29 % doby. Jelikož v této denní době jezdí přibližně jen 13 % dopravního proudu, není překvapivé, že jednotlivé aktivity více čekají na entity, než entity odbavují.

Následně jsou představeny výsledky pro model v období den (06:00 – 18:00) z celkem 13 běhů simulace. Tabulka 4-3 zachycuje průměrný čas ve frontě, kromě fronty směrem na Velkou Bíteš a Humpolec ze směru z Brna jsou fronty nulové. Mezi nejvytíženější aktivity patří v této denní době aktivita Humpolec a Velká Bíteš. Tabulka 4-4 uvádí dále počet odbavených entit příslušnou aktivitou.

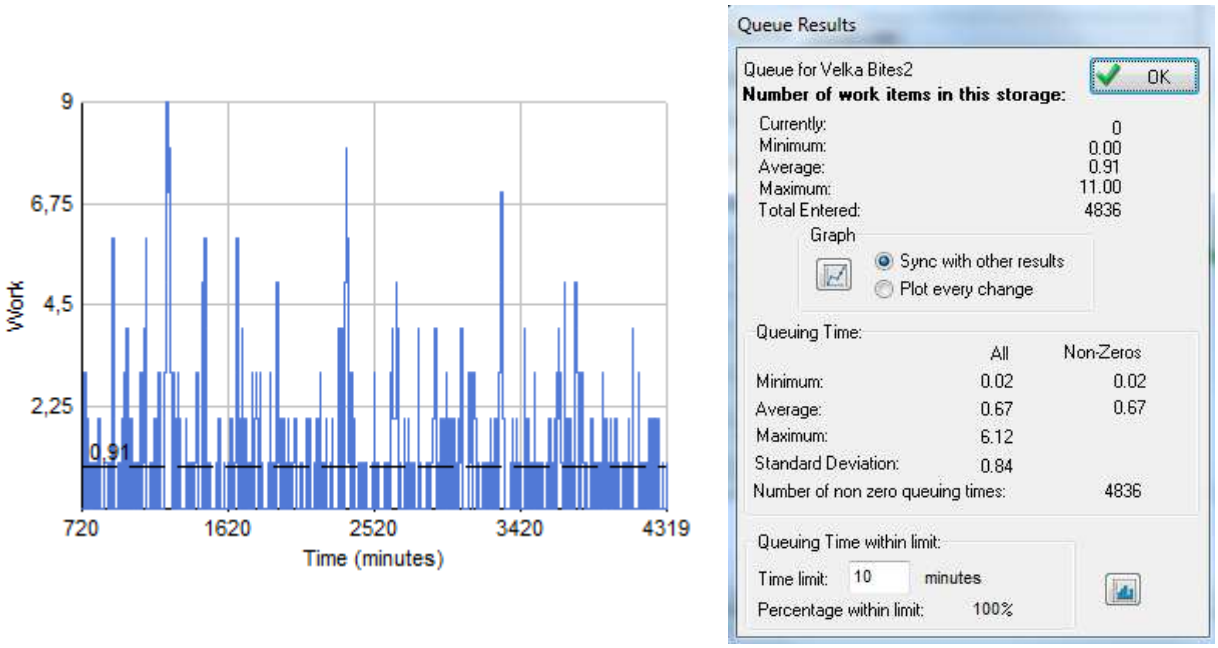
Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů
Queue for Mirošovice	0	0	63%
Queue for Humpolec	0	0	87%
Queue for Jihlava	0	0	72%
Queue for Velká Bíteš	0	0	80%
Queue for Kývalka	0	0	65%
Queue for Brno	0	0	52%
Queue for Kývalka2	0	0	65%
Queue for Velká Bíteš2	1	1	80%
Queue for Jihlava2	0	0	72%
Queue for Humpolec2	1	1	87%
Queue for Mirosovice2	0	0	63%
Queue for Praha2	0	0	55%

Tabulka 4-3: průměrné časy strávené ve frontě a využití zdrojů aktivit (00:60 – 18:00)

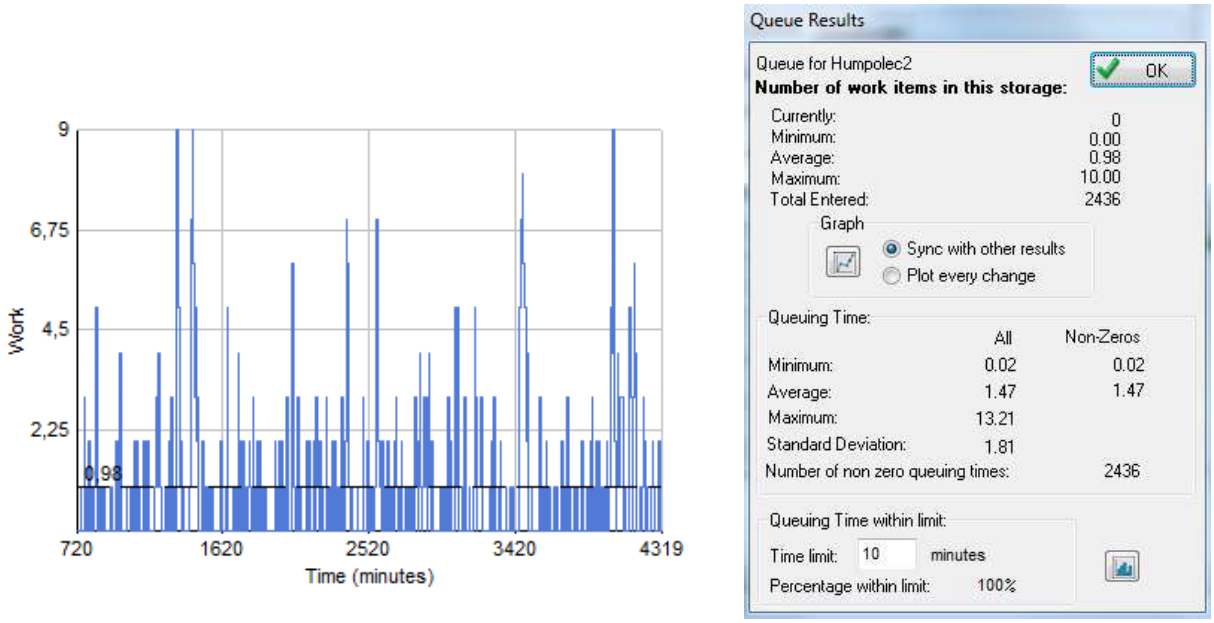
Aktivita	Využití	Počet odbavených entit
Praha	55,57%	11 066
Mirošovice	63,23%	8 741
Humpolec	87,28%	5 339
Jihlava	72,85%	7 181
Velka Bites	80,41%	7 579
Kývalka	65,40%	12 664
Brno	52,45%	14 380

Tabulka 4-4: využití entit a počet odbavených entit (06:00 – 18:00)

Obrázek 4-5 znázorňuje vývoj doby strávené ve frontě na aktivitu Velká Bíteš ze směru od Brna a Obrázek 4-6 na aktivitu Humpolec ze směru od Brna. Jedná se o dva nejvytíženější úseky na dálnici D1.



Obrázek 4-5: délka fronty na aktivitu Velká Bíteš od Brna **Zdroj: [SIMUL8]**

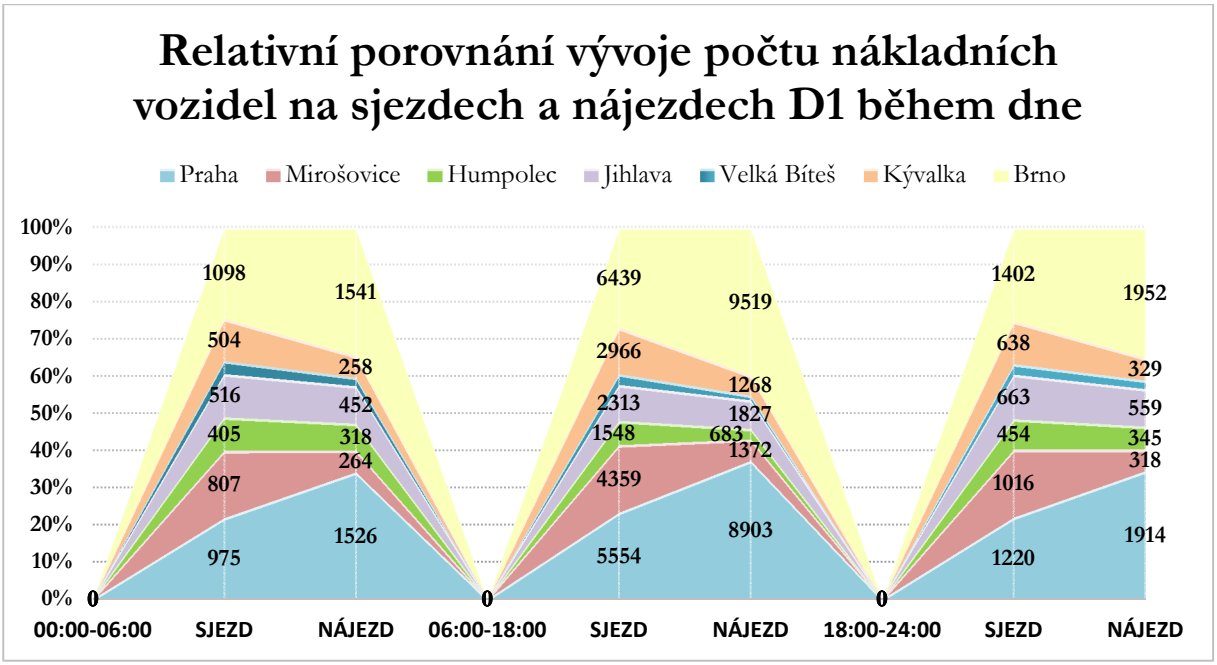


Obrázek 4-6: délka fronty na aktivitu Humpolec od Brna **Zdroj: [SIMUL8]**

Jako poslední jsou představeny výsledky pro model v období noc (18:00 – 24:00) z celkem 13 běhů simulace. V této denní době se opět netvoří kolony nákladních vozidel, jelikož průměrný čas strávený ve frontě je pro všechna vybraná místa na dálnici D1 nulový stejně jako pro denní dobu 00:00-06:00. Tabulky obsahující podrobné výsledky jsou uvedeny v příloze B v podkapitole 6.2.

Intenzita nákladních vozidel dosahuje nejvyšších hodnot právě během dne (06:00 – 18:00), viz Obrázek 4-7. Ve všech třech zkoumaných denních obdobích najíždí a sjíždí z dálnice D1 nejvíce nákladních vozidel v Praze a v Brně. Dále ve všech třech zkoumaných časových obdobích dochází k podobnému vývoji relativního počtu nájezdů a sjezdů z dálnice D1 v uvažovaných

vybraných místech, kdy realtivně více nákladních vozů sjíždí než najíždí na dálnice D1 kromě koncových míst Praha a Brno, kde je tomu přesně naopak. Mezi slabší tahy patří na základě zmíněných údajů sjezdy a nájezdy v místě Humpolec a Velká Bíteš.



Obrázek 4-7: Relativní porovnání vývoje počtu nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1

Při porovnání údajů v modelu bez uvažování variací intenzit dopravního proudu dle denní doby s modelem, který zohlednil zmíněnou variabilitu intenzit dopravního proudu, je zřejmé, že hodnoty modelu abstrahující od variability jsou velmi zkreslené. V modelu pro nákladní vozidla bez variace denních intenzit dle denní doby bylo vygenerováno na základě již zmíněných úvah, pravidel, vzorců a RPDI zjištěných z CSD 2010 daleko více entit nežli v modelu pro nákladní vozidla s variací denních intenzit dle denní doby. Data k porovnání shrnuje Tabulka 4-5. Přibližně dvakrát více nákladních vozidel bylo odbaveno v aktivitě Praha, Mirošovice, Kývalka a Brno, naopak jen přibližně o třetinu více nákladních vozidel bylo odbaveno v aktivitě Humpolec, Jihlava a Velká Bíteš. Toto zjištění podporuje skutečnost, že více nákladních vozidel sjíždí a najíždí na velký tah přes Mirošovice a Kývalku. Z uvedeného plyne, že modely bez variace intenzit dopravního proudu dle denní doby jsou v dalších případech zavrhnuty a jsou představeny výsledky pouze modelů uvažující zmíněnou variaci intenzit dopravního proudu.

	Bez variace	(00:00 - 06:00)	(06:00 - 18:00)	(18:00 – 24:00)		
Aktivita	**Počet entit**	**Počet entit**	**Počet entit**	**Počet entit**	∑	**% bez var.**
Praha	**32 471**	1 927	11 066	2 443	**15 436**	48%
Mirošovice	**22 373**	1 640	8 741	2 068	**12 449**	56%
Humpolec	**11 667**	1 259	5 339	1 532	**8 130**	70%
Jihlava	**16 017**	1 541	7 181	2 054	**10 776**	67%
Velká Bíteš	**17 654**	1 521	7 579	2 030	**11 130**	63%
Kývalka	**31 219**	2 281	12 664	2 905	**17 850**	57%
Brno	**38 567**	2 416	14 380	3 048	**19 844**	51%

Tabulka 4-5: porovnání využití entit a počet odbavených entit

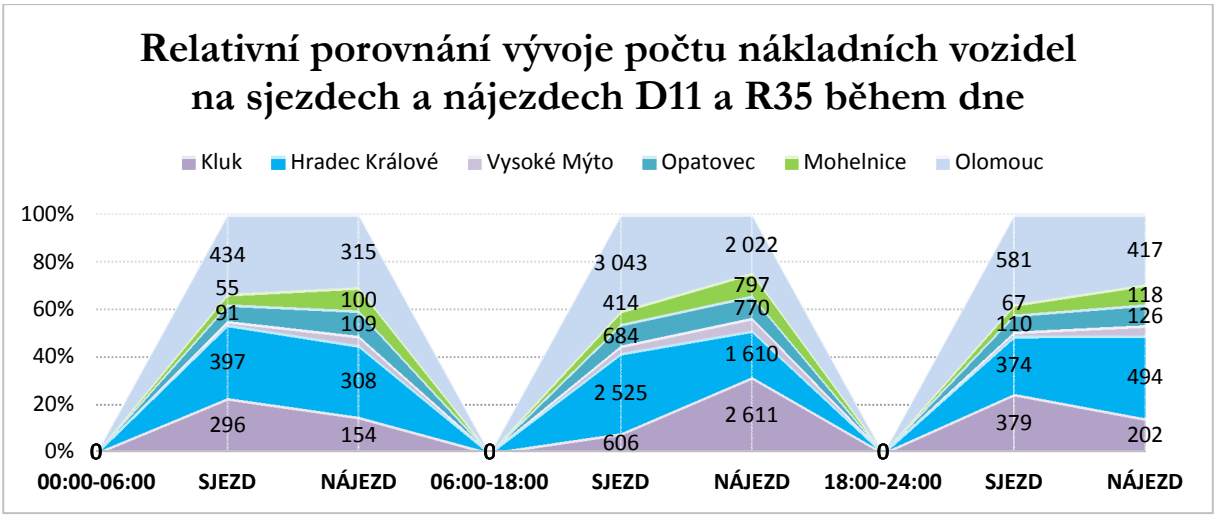
4.2 Model s dálnicí D1, D11 a R35

Simulační model celé dálnice D1, D11 a celé plánované R35 obsahující sjezd a nájezd pro každé vybrané důležité místo na dané komunikaci obsahuje také ke každé aktivitě zdroje určující kapacitu dané komunikace pro zvolený úsek. Jedná se bohužel pouze o teoretické hodnoty. Při použití vypočtených intenzit dopravního proudu ve špičkové hodině v simulačním modelu bylo dosaženo níže uvedených výsledků.

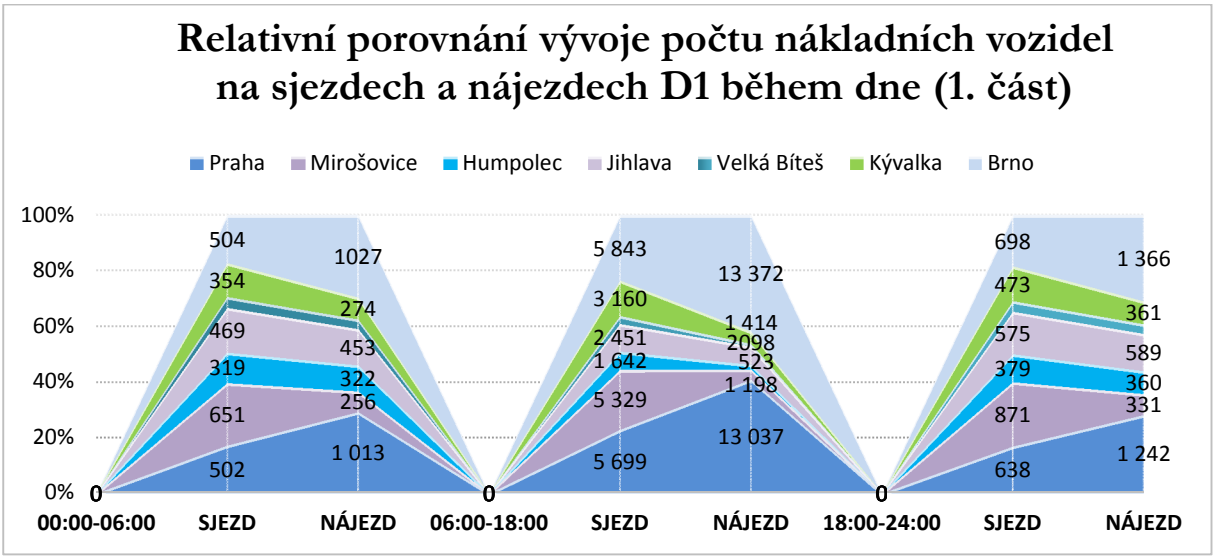
Jako první jsou uvedeny výsledky pro model v období noc (00:00 – 06:00) z celkem 4 běhů simulace. Jak je vidět v tabulkách uvedených v příloze C v podkapitole 6.4, v této denní době se netvoří kolony nákladních vozidel, jelikož průměrný čas strávený ve frontě je pro všechna vybraná místa na dálnici D1 nulový. V příloze C v podkapitole 6.4 jsou uvedeny i výsledky pro model v období (18:00 – 24:00).

Dále jsou představeny výsledky pro model v období den (06:00 – 18:00) z celkem 4 běhů simulace. Tato denní doba je považována za stěžejní z hlediska hodnocení výsledků z důvodu většinového výskytu nákladních vozidel (67%) v tomto časovém rozmezí. Během této denní doby jsou již čtyři zdroje relativně vytížené, jelikož průměrný čas v dané frontě dosahuje od jedné minuty až po téměř čtyři minuty. Protože se jedná pouze o průměrné hodnoty, je zřejmé, že někdy nákladní vozidla stráví v dané frontě více času nežli uvádí průměr. Tabulky s výslednými hodnotami jsou uvedeny v příloze C v podkapitole 6.4.

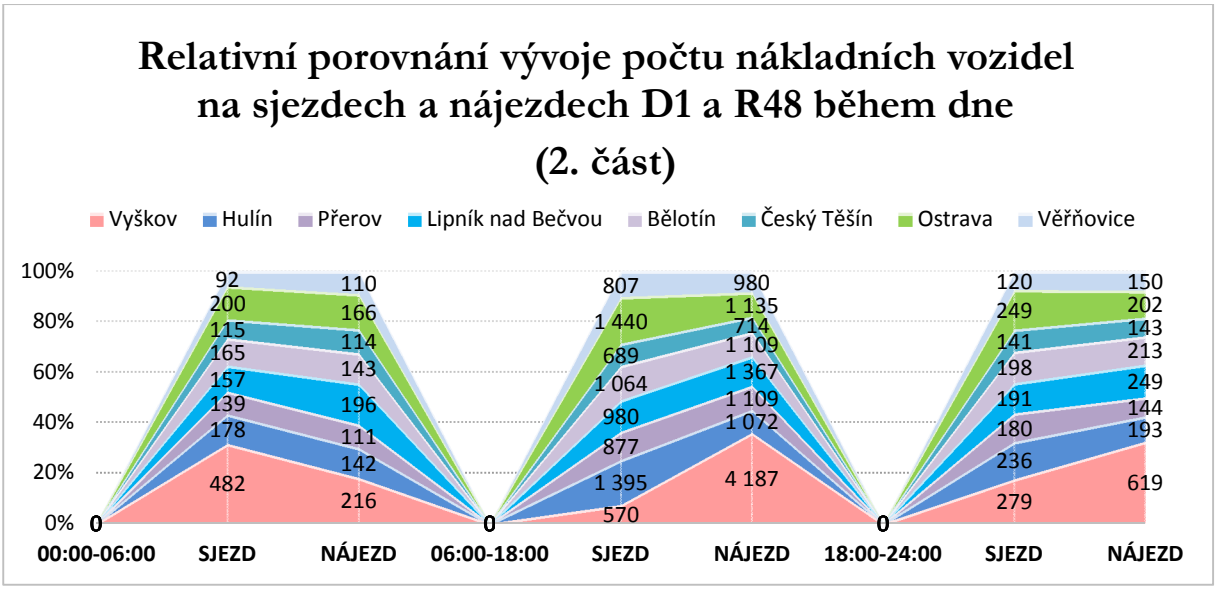
Jak zobrazuje Tabulka 6-32, Tabulka 6-33 a Tabulka 6-4 zařazené v příloze C v podkapitole 6.4 a také Obrázek 4-8, Obrázek 4-9 a Obrázek 4-10, intenzita nákladních vozidel dosahuje nejvyšších hodnot právě během dne (06:00 – 18:00). Ve všech třech zkoumaných denních dobách najíždí a sjíždí z dálnice D1 nejvíce nákladních vozidel v Praze a v Brně. Dále ve všech třech zkoumaných časových obdobích dochází k podobnému vývoji relativního počtu nájezdů a sjezdů z dálnice D1 v uvažovaných vybraných místech, kdy realtivně více nákladních vozů sjíždí než najíždí na dálnice D1 kromě koncových míst Praha a Brno, kde je tomu přesně naopak. Mezi slabší navazující tahy patří na základě zmíněných údajů sjezdy a nájezdy v místě Humpolec a Velká Bíteš.



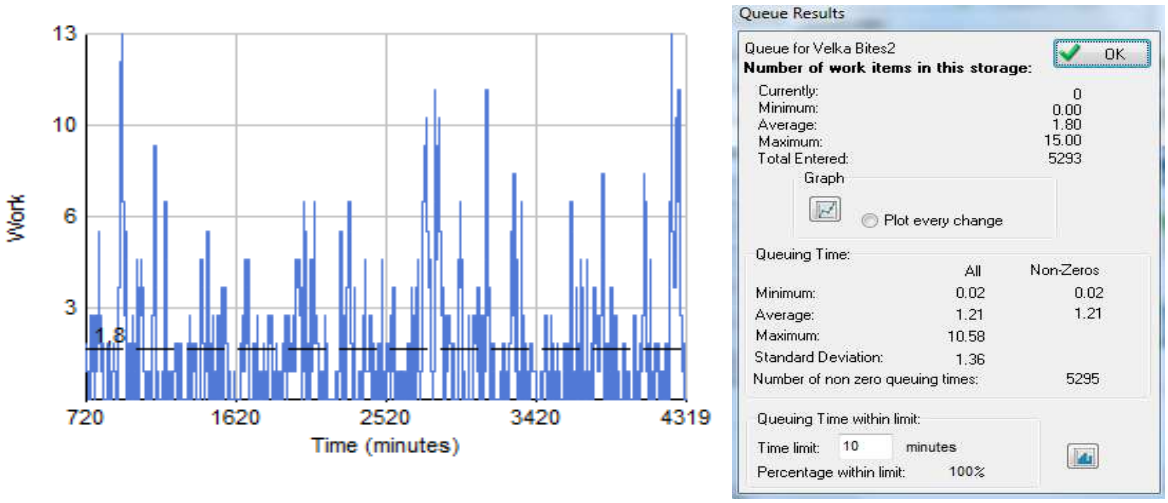
Obrázek 4-8: Relativní porovnání vývoje počtu nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D11 a R35



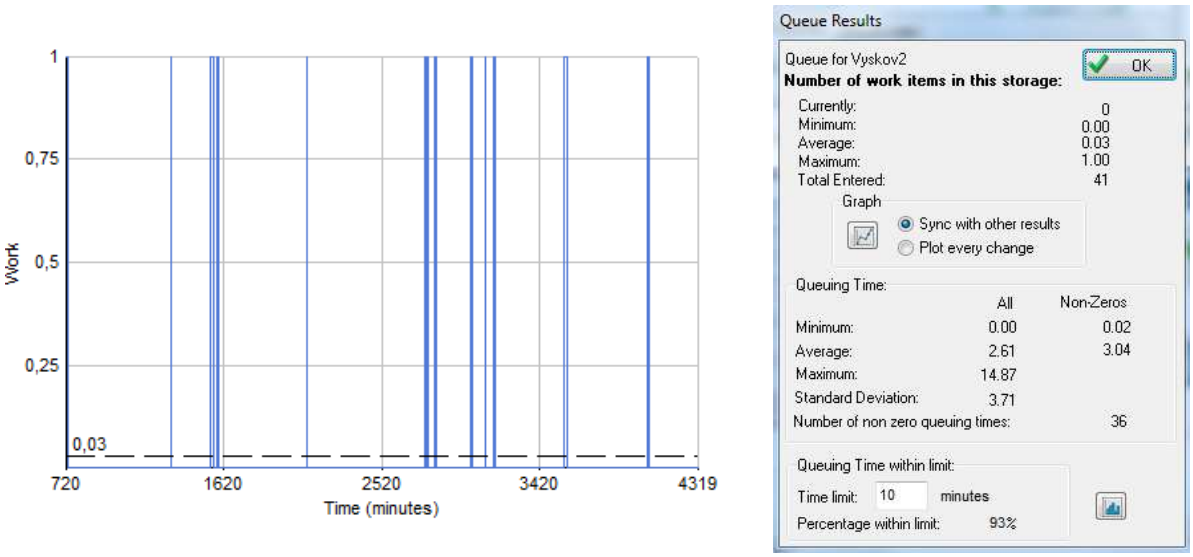
Obrázek 4-9: Relativní porovnání vývoje počtu nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 (1. část)



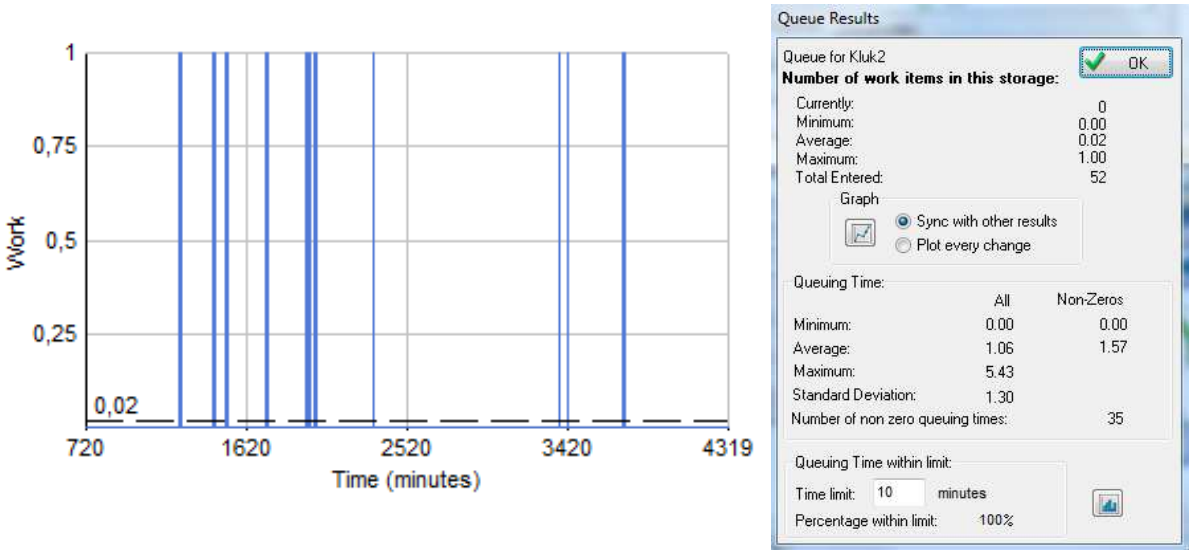
Obrázek 4-10: Relativní porovnání vývoje počtu nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 a R48 (2. část)



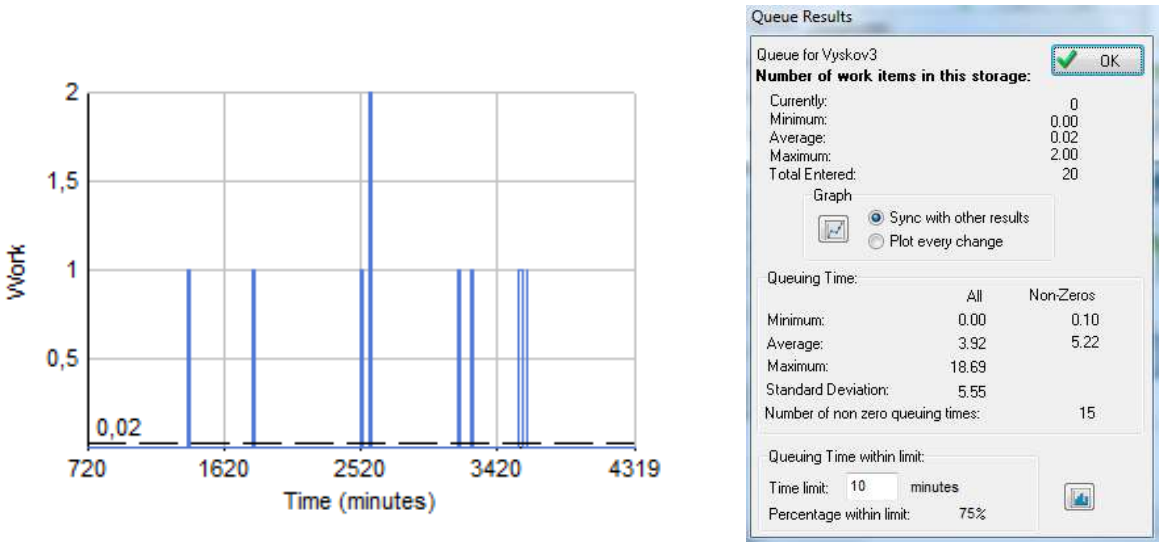
Obrázek 4-11: délka fronty na aktivitu Velká Bíteš od Brna **Zdroj: [SIMUL8]**



Obrázek 4-12: délka fronty na aktivitu Vyškov od Hulína **Zdroj: [SIMUL8]**



Obrázek 4-13: délka fronty na aktivitu Kluk od Hradce Králové **Zdroj: [SIMUL8]**



Obrázek 4-14: délka fronty na aktivitu Vyškov od Olomouce **Zdroj: [SIMUL8]**

S nejdelším průměrným zdržením ve frontě je třeba na základě výsledků simulace počítat během dne v čase 06:00 – 18:00 u aktivity Velká Bíteš směrem od Brna (průměrné zdržení 1,21 minuty), u aktivity Vyškov směrem od Hulína (průměrné zdržení 2,61 minuty), u aktivity Kluk ze směru z Hradce Králové (průměrné zdržení 1,06 minuty) a u aktivity Vyškov směrem od Olomouce (průměrné zdržení 3,92 minuty), jak dokládá Obrázek 4-11, Obrázek 4-12, Obrázek 4-13 a Obrázek 4-14.

4.3 Model s hlavními tahy ČR

Simulační model hlavních tahů ČR je velice komplexní, obsahuje sjezd a nájezd pro každé vybrané důležité místo na daných komunikacích. Daný model obsahuje také ke každé aktivitě zdroje určující kapacitu dané komunikace pro daný úsek. Jedná se bohužel pouze o teoretické hodnoty spočtené na základě vztahů Greenshieldova modelu. Při použití vypočtených intenzit dopravního proudu ve špičkové hodině v simulačním modelu bylo dosaženo níže uvedených výsledků.

Nejprve jsou představeny výsledky pro model v období noc (00:00 – 06:00) z celkem 69 běhů simulace. Jak je vidět v tabulkách zařazených v příloze D v podkapitole 6.6, v této denní době se netvoří kolony nákladních vozidel, jelikož průměrný čas strávený ve frontě je pro všechna vybraná místa na hlavních tazích ČR, až na výjimky, je nula minut. Touto výjimkou je fronta na Plzeň ze směru Rozvadov, dále fronta na České Budějovice, Tábor a Votice ze směru Dolního Dvořiště. Tato skutečnost je dána nízkou nastavenou kapacitou dopravního proudu.

Následně jsou představeny výsledky pro model v období den (06:00 – 18:00) z celkem 69 běhů simulace. Během této denní doby je již dvanáct zdrojů relativně vytížených, jelikož průměrný čas ve frontě dosahuje od jedné minuty až po čtyři minuty, jak je patrné z tabulek v příloze D v podkapitole 6.6. Největší extrémní hodnota byla zaznamenána u fronty na Tábor ze směru Dolní Dvořiště. Zde je nezbytné zvýšit kapacitu odpovídajícího zdroje pro zlepšení dané situace. Vytížená místa jsou převážně na dálnici D3, některé i na D5. Na dálnici D3 byly záměrně stanoveny nižší kapacity než u jiných aktivit, a to z toho důvodu, že se jedná o zatím nedostavěnou

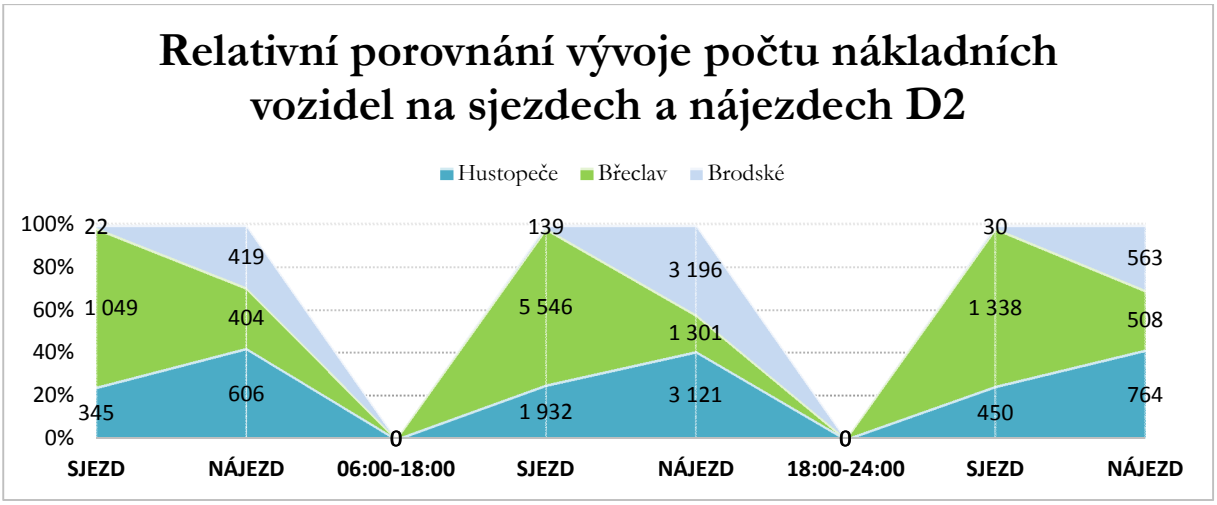
dálnici, čili tato komunikace nedosahuje prozatím takových kapacit jako dálnice. Na dálnici D8 se také vyskytují aktivity s nadprůměrně vytíženými zdroji. Je třeba brát v úvahu, že dálnice D8 není kompletní. Chybějící úsek z Lovosic do Řehlovic je nyní objížděn přes Teplice po komunikaci I/8 I. třídy, která má nižší kapacitu dopravního proudu než dálnice.

Dále jsou uvedeny výsledky pro model hlavních tahů v ČR v období večer (18:00 – 24:00) z celkem 69 běhů simulace. Jednotlivé tabulky s výsledky jsou zařazeny v příloze D v podkapitole 6.6. Během této denní doby se tvoří kongesce pouze na dálnici D3, na ostatních komunikacích je průměrný čas strávený vozidlem ve frontě téměř nulový. Je nezbytné zvýšit kapacitu daných aktivit na dálnici D3 pro zlepšení situace tvořících se kongescí. Dané aktivity jsou vytížené z důvodu stanovení nižší kapacity dopravního proudu než by bylo zapotřebí.

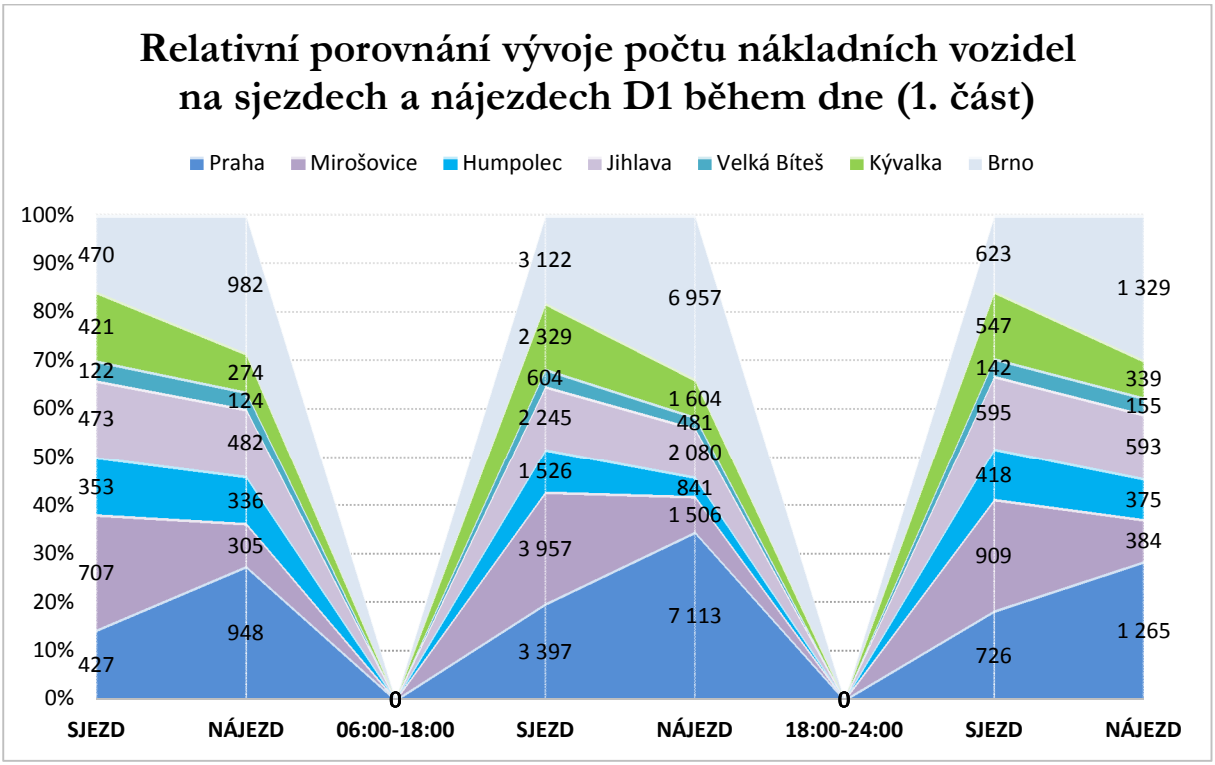
Obrázek 4-15, Obrázek 4-16, Obrázek 4-17, Obrázek 4-18, Obrázek 4-19 a Obrázek 4-20 názorně ukazují, u kterých aktivit více nákladních vozidel sjíždí nežli najíždí dle denní doby na základě výše zmíněných úvah a výpočtů vycházejících z dat z CSD 2010. K výraznějšímu rozdílu (nad 25%) dochází u aktivity Praha, Brno, Hradec Králové, Veselí nad Lužnicí, Lovosice, Ústí nad Labem a Krásný Les a Rozvadov, kde během všech denních dob najíždí více aut než sjíždí. Naopak u aktivit Mirošovice, Kývalka, Vyškov, Kluk, Hrádek nad Nisou, České Budějovice, Teplice, Harrachov sjíždí výrazně více (nad 25%) nákladních vozidel než najíždí během všech denních dob.

U aktivity Humpolec, Jihlava, Velká Bíteš, Hulín, Přerov, Ostava, Votice, Tábor, Plzeň a Bor sjíždí výrazně více nákladních vozidel než najíždí, a to pouze v denní době den (06:00 – 18:00).

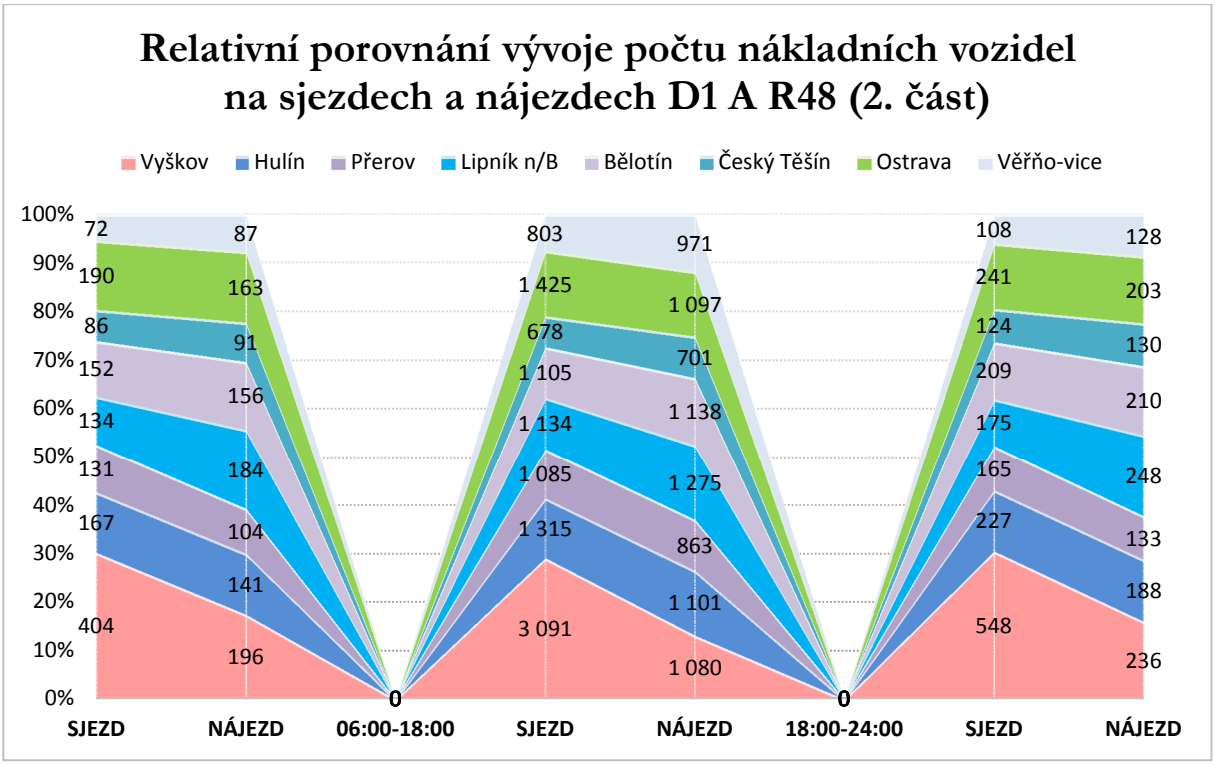
Srovnají-li se zjištěné výsledky s reálnou situací, nedochází k žádnému výraznému překvapení. z obrázku zobrazující intenzity dopravy z CSD 2010, Dálnice D2, D1, D5 a D8 jsou nejvytíženějšími českými dálnicemi, viz Obrázek 6-5 a Obrázek 6-13. Všechny zmíněné aktivity, kde sjíždí výrazně více nákladních vozidel během všech denních dob, leží na strategických místech vzhledem k současnému stavu dálniční sítě. Výjimkou jsou hraniční přechody Harrachov a Hrádek nad Nisou, kde by se dalo očekávat, že více vozidel bude najíždět na hlavní tahy nežli sjíždět na silnice nižších tříd. Co se týče aktivit, u kterých vychází, že více nákladních vozidel najíždí než sjíždí během všech denních dob, tak to opět odpovídá aktuálnímu rozložení dálniční sítě a sítě komunikací nižších tříd, které na dálnice navazují. Na hraničních přechodech Rozvadov a Krásný Les by mělo více vozidel najíždět na dálnici nežli sjíždět na komunikace nižších tříd, jak tomu ukazují i výsledky simulace. Jestliže u výše zmíněných aktivit více vozidel sjíždí pouze během dne (06:00 – 18:00), odpovídá to výše uvedenému rozložení intenzity dopravy nákladních vozidel v běžný pracovní den a dále úvaze, že během dne více nákladních vozidel navštíví určený sklad či logistický park. Seznam největších průmyslových zón, které jsou obklopeny logistickými parky, uvádí Tabulka 6-1.



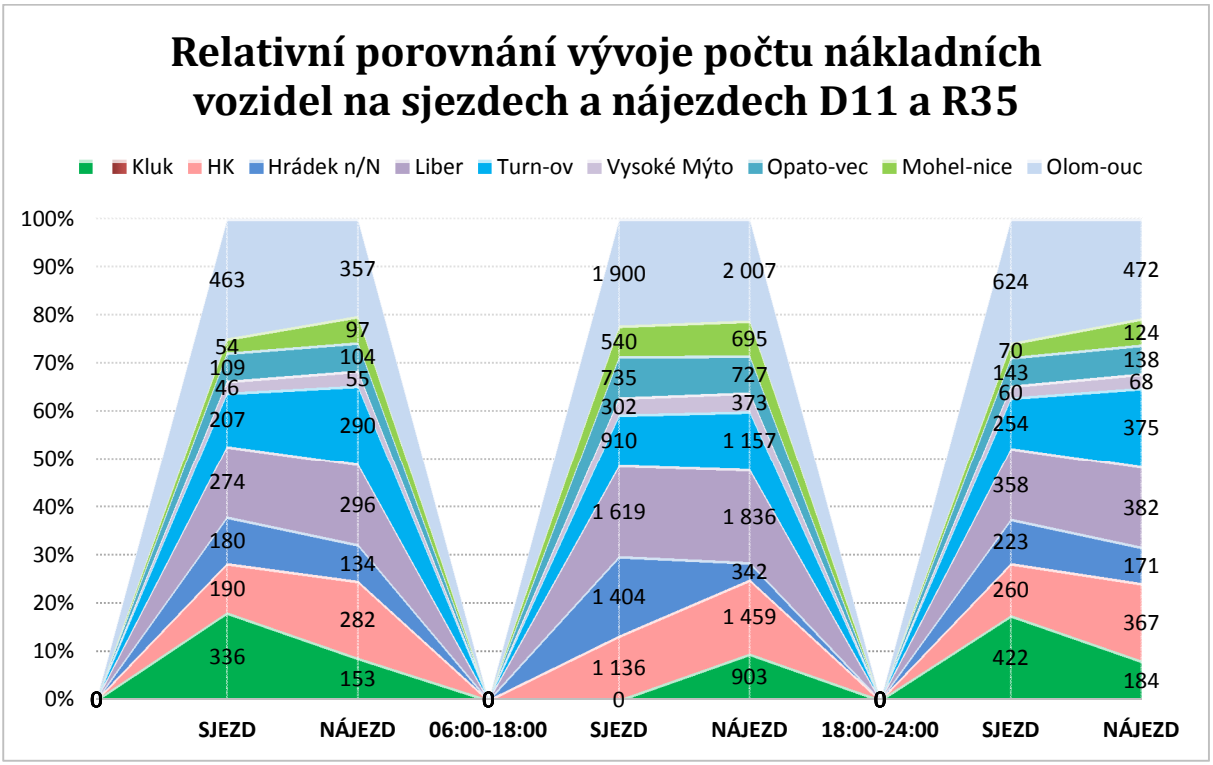
Obrázek 4-15: Relativní porovnání vývoje počtu nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D2



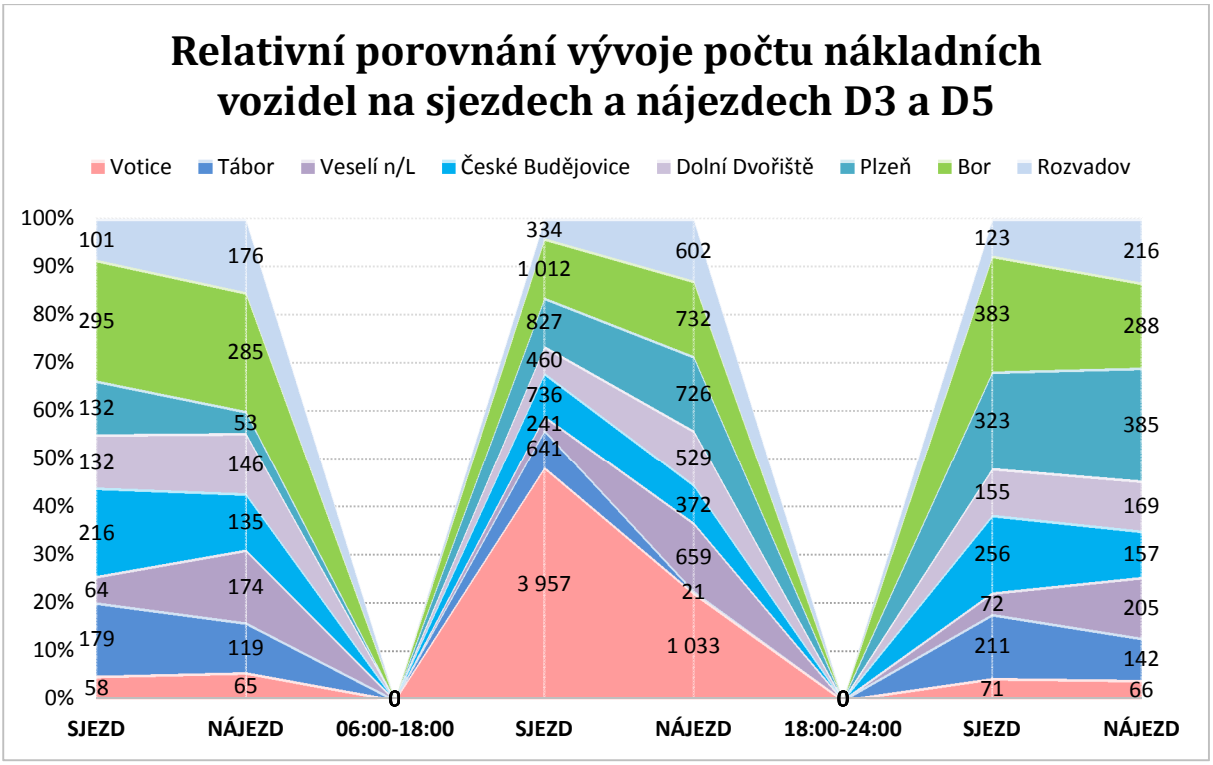
Obrázek 4-16: Relativní porovnání vývoje počtu nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1.



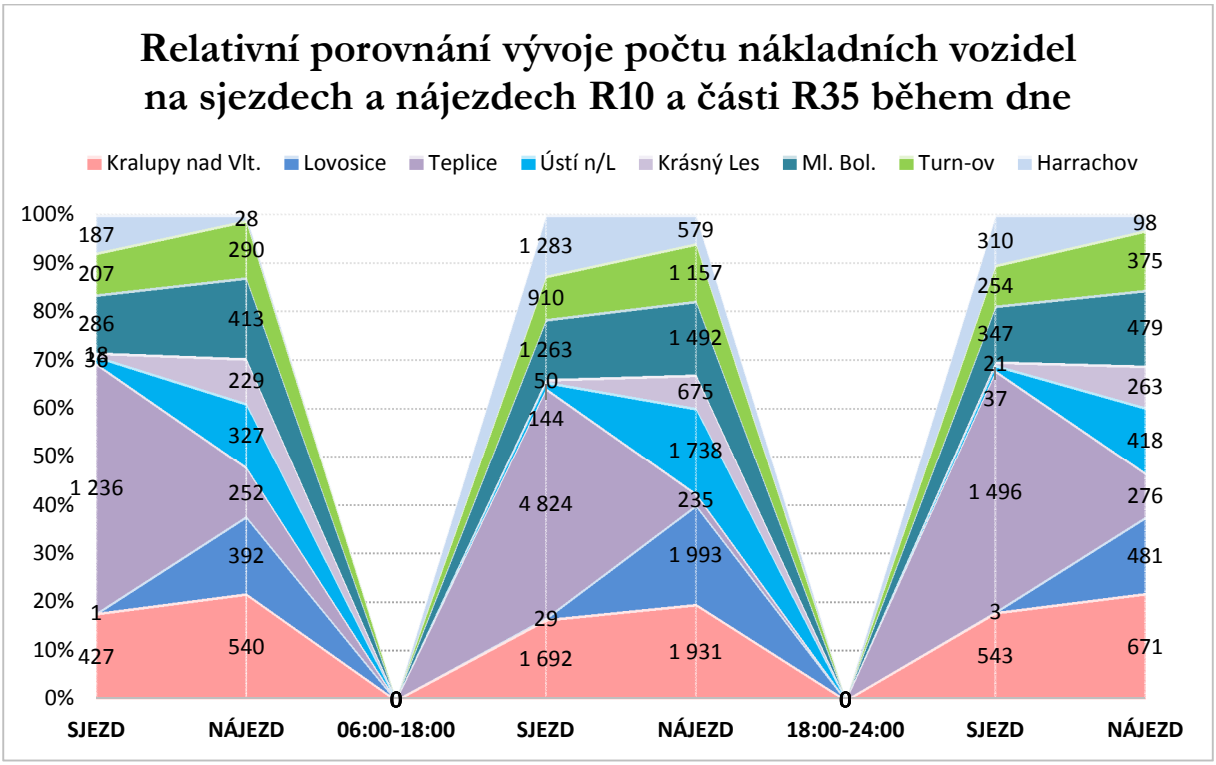
Obrázek 4-17: Relativní porovnání vývoje počtu nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 a R48



Obrázek 4-18: Relativní porovnání vývoje počtu nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D11 a R35



Obrázek 4-19: Relativní porovnání vývoje počtu nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D3 a D5



Obrázek 4-20: Relativní porovnání vývoje počtu nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech R10 a části R35

4.4 Vyhodnocení a validace výsledků

Simulace jednotlivých modelů byla velmi časově náročná, jak dokládá Tabulka 4-6. Simulace byla spuštěna na HP EliteBook 840 G1, Intel(R) Core(TM) i5-4300U CPU @ 1.90GHz, 8.GB RAM.

Každý model byl spuštěn pro všechny tři definované denní doby: den, večer a noc. V tabulce jsou zachyceny údaje pro nejdelší časový úsek, čili pro denní dobu den (06:00-18:00), jelikož jeho simulační čas je nejdelší ze zvolených denních dob. Model D1 a model D1, D11 a R35 byly simulovány právě tolikrát, aby výsledky ležely na 97,5% intervalu spolehlivosti, jak bylo zjištěno pomocí kalkulátoru v programu SIMUL8. Model hlavní tahy je natolik rozsáhlý, že bylo nutné slevit z přesnosti výsledků, výsledky daného modelu tedy leží pouze na 95% intervalu spolehlivosti. Každý pokus simulace se skládá z pěti běhů simulace, tedy výsledky jsou shromažďovány za 5 dní, resp. za 5 daných denních obdbobí (den, večer, noc).

Model	Potřebný čas pro výpočet potřebného počtu pokusů simulací pro 97,5 %-int. spolehlivosti [min]	Počet pokusů simulací pro hodnoty na 97,5 %-int. spolehlivosti	Potřebný čas simulací určeného počtu pokusů simulací [min]
D1	55	13	125
D1, D11, R35	185	4	249
Hlavní tahy	347	156	20 389
	95 %-interval spolehlivosti	**95 %**-interval spolehlivosti	**95 %**-interval spolehlivosti
Hlavní tahy	283	69	10 678
Hlavní tahy (výhled)	283	69	45 670

Tabulka 4-6: porovnání potřebných časů simulace jednotlivých modelů pro období den (06:00-18:00)

Modely pro období večer (18.00 – 24:00) a noc (00:00 – 06:00), měly shodnou zahřívací periodu (tzv. warm-up period), a to 360 minut. Modely pro období den (06:00 – 18:00) měly zahřívací periodu v délce 720 minut. Hodnoty z této zahřívací periody nejsou zahrnuty v prezentovaných výsledcích jednotlivých modelů. V žádném modelu se neměnily kapacity jednotlivých zdrojů, pravděpodobnosti sjezdu u jednotlivých aktivit na daných komunikacích a dále se neměnily pravděpodobnosti směrování dopravního proudu na křížících se komunikacích v průběhu simulace, aby získané výsledky byly co nejlépe porovnatelné.

V práci byl představen současný stav dálnice D1 v úseku Praha - Brno pro nákladní vozidla, současný stav dálnice D1, D11 a R35 pro nákladní vozidla a současný stav hlavních tahů přes Českou republiku (D1, D2, D3, D5, D8, D11 a R35) pro nákladní vozidla. Dálnice D1 je dnes využívána pro mnoho nákladních přeprav, protože je nejrychlejší, není ale nejkratší. Hlavní tahy nákladní tranzitní přepravy a údaje z hraničních přechodů zobrazuje Obrázek 6-12, Obrázek 6-13 a Obrázek 6-14. Nová severní dálnice by zkrátila vzdálenost mnoha přeprav. Podobné je to i u osobní dopravy, kdy si řidiči raději volí delší, ale pohodlnější a rychlejší cestu. Cesta z Ostravy do Prahy je přes D1 dlouhá 378 km, přes plánovanou R35 361 km. Trasa z Ostravy na hraniční přechod Krásný Les na D8 měří přes D1 492 km, přes D11 a plánovanou R35 459 km, přes R35 do Liberce 437 km. Cesta z Ostravy na hraniční přechod Rozvadov je přes D1 dlouhá 582 km, přes D11 a plánovanou R35 558 km. Trasa z Bčeclavi na hraniční přechod Rozvadov má

přes D1 445 km, přes R48, plánovanou R35 a D11 má 505 km. Cesta z Břeclavi na hraniční přechod Krásný les na D8 měří přes D1 386 km, přes R48, plánovanou R35 a D11 427 km, přes R48 a plánovanou R35 do Liberce 403 km[10]. Z výše uvedeného vyplývá, že přeprava po plánované R35 zkrátí dopravu z kraje Moravskoslezského, Olomouckého, Pardubického do kraje Královéhradeckého, Libereckého, Ústeckého, Středočeského, hl. m. Prahy a naopak až o několik desítek km.

Je nevýhodou, že v programu SIMUL8 není možné sledovat jednotlivé entity a zjistit, kde se na dálniční síť napojily a kde se odpojily. Nicméně tyto reálné údaje nebyly ani v době vypracování práce poskytnuty autorce ze strany ŘSD. Známy byly pouze průměrné hodnoty tranzitních tahů, viz Obrázek 6-13 a Obrázek 6-14, a dále intenzity nákladních vozidel z CSD 2010. Z výsledků simulace a ze zmíněných obrázků je patrné, že dostavbu komunikace R35 by zajisté ocenil kraj Moravskoslezský (významná katovická průmyslová zóna na hranicích s Polskem), Pardubický, Královéhradecký, Liberecký, Středočeský a hl. m. Praha. Výstavba R35 samozřejmě bude mít své odpůrce, a to zejména ochránce přírody (kvůli CHKO Český ráj a Ještědsko-Kozákovskému hřbetu) a dále obyvatele v bezprostřední blízkosti plánované komunikace. Pardubickému kraji chybí odpovídající připojení na sousední regiony a má zcela nedostatečné propojení na evropskou silniční síť. Na území kraje je postaven pouze tříkilometrový úsek z plánované rychlostní komunikace R35 a tato skutečnost řadí kraj mezi území s nejnižší dopravní dostupností v republice. Nedostupnost regionu po silnici dálničního typu je výrazným omezením pro vstup zahraničních investorů a je překážkou ekonomického rozvoje území. Zejména pro periferní části regionu v podhorských oblastech je toto velmi nepříjemné z důvodu vysoké nezaměstnanosti.

Model současného stavu ukazuje, že dostavba rychlostní komunikace R35 ulehčí dálnici D1, a to zejména během dne (06:00 – 18:00), kdy jezdí přibližně 67 % nákladních vozidel z celého dne. Z modelu ovšem nejlze určit, o kolik bude dálnici D1 ulehčeno, protože v programu SIMUL8 není možné zadat a ani sledovat přesnou trasu jednotlivých vozidel. Z výsledků tedy není zřejmé, odkud kam vozidla jezdí. Dále také z důvodu absence všech potřebných reálných dat týkajících se současného stavu, je obtížné předpovídat budoucí vývoj hodnot intenzit dopravního proudu. Je tedy téměř nemožné spolehlivě určit, jak moc se výstavbou R35 přetížené dálnici D1, která v současné době podstupuje rozsáhlé rekonstrukce, uleví. V podkapitole 4.5 je uveden alespoň pokus o co nejlepší předpověď se známými údaji. Díky strategickému postavení České republiky ve středu Evropy se dá očekávat znatelný nárůst tranzitní nákladní dopravy přes Českou republiku po dostavbě komunikace R35 a dálnice D8.

Dá se předpokládat, že na R35 dojde po její dostavbě k nárůstu intenzit nejen nárůstem jako takovým, ale i přesunem dopravních toků ze silnic jako je I/11 a I/14, ale i dálnice D1. Pro dopravní obsluhu republiky mají velký význam silnice I. třídy, protože je po nich realizováno 43,2 % dopravního výkonu na celé síti, přestože jejich délka představuje pouze 11 % délky silniční sítě [10].

[10] Jednotlivé vzdálenosti byly zjištěny na www.mapy.cz.

Dálnice D11 u Prahy až po exit 8 Jirny je vybudována s rezervou na třetí pruh, takže jeho přidělání je poměrně jednoduché ze stavebního pohledu. Horší to ovšem bude z pohledu EIA[11]. Komunikace R35 by mohla z D1 odvést přibližně 20 – 35 % nákladní dopravy. Bohužel žádná zveřejněná dopravně inženýrská studie se zatím nezabývá přibližnou prognózou dopravních proudů, která by odhadovala, jak moc se dálnici D1 uleví po dostavbě R35. Dostavba zajisté pomůže směru z Prahy do Olomouce a Ostravy. Dálnice D1 se stejně jako u řady německých dálnic bude muset jednou rozšířit. Silnice I/35 přes Vysoké Mýto a Litomyšl už dnes patří mezi nejpřetíženější silnice I. třídy u nás. Proto by se výstavba R35 měla maximálně urychlit.

Jelikož by se na komunikaci R35 mohla přesunout alespoň čtvrtina nákladních přeprav z D1, dá se očekávat, že vzroste poptávka po výstavbě skladů a logistických parků v blízkosti nově vystavěné komunikace. Přesnou nejvýhodnější polohou nových logistických parků by se mohla zabývat samostatná diplomová či disertační práce s využitím lokačních úloh, metody těžiště či metody mediánové pozice [4], [7]. V oblasti logistiky jsou nejčastěji využívány problémy lokace mediánu (median location problems) či pokrývací problémy (covering problems). Pro umístění logistického centra je zapotřebí zvážit několik kritérií, a to kvalitu okolní infrastruktury a významné blízké logistické uzly, vzdálenost nejbližších významných průmyslových zón, míru spotřeby v daném kraji či krajích (ovlivněno hustotou osídlení a mírou nezaměstnanosti), počet registrovaných ekonomických subjektů v daném kraji či krajích a jejich ekonomickou výkonnost, HDP na obyvatele na daném území, výše vývozů z daného kraje či z krajů, nabídka pracovních sil (míra nezaměstnanosti) na daném území, a další. Výstavba nového centra přinese nové pracovní příležitosti do daného kraje. Rozsáhlý logistický park v Dobrovízi u Prahy přinese například 2 000 nových stálých pracovních míst a 3 000 sezónních pracovních míst [32]. Velikost logistických parků se liší, s tím se liší i počet nabízených pracovních míst.

V současné době existuje poblíž pánované R35 logistický park v Hradci Králové (Dobřenice) a ve městě Hranice na Moravě. Jako strategické místo pro vybudování nového logistického parku se dá považovat okolí města Svitavy, jelikož leží v blízkosti plánované R35 a je napojeno na R43 (dosud nedostavěnou), která spojuje dálnici D1 s komunikací R35. Z obdobného hlediska se nabízí jako vhodná lokalita i okolí města Mohelnice či Vysoké Mýto. Další strategickou polohou je okolí města Turnov. Jestliže by vznikly tři až čtyři velké logistické parky poblíž plánované R35 znamenalo by to nabídku v průměru 4 500 – 6 000 nových stálých pracovních míst, což by v současnosti např. v Pardubickém kraji snížilo nezaměstnanost ze současných 5,95 %[12] na 4,8 – 5,08 %.

Za úvahu dále stojí, zda se změní možnosti objíždění elektronického mýta po dostavbě tak významné komunikace jako je R35. Současné zpoplatněné komunikace zobrazuje Obrázek 6-4. Vláda ČR by měla s vysokou prioritou prosadit zákon omezující výskyt těžkých nákladních vozidel na silnicích nižších tříd. Pokud by se daný zákon povedlo prosadit, snížil by se počet kamionů na okresních silnicích, vybralo by se více peněz na mýtném, které by se mohly investovat do dalšího rozvoje či rekonstrukce dálniční sítě. V současné době je možné zpoplatněné úseky bez větších obtíží objíždět. Nevýhodou bývá čas strávený delší jízdou a nepohodlnost řízení na komunikaci

[11] Vyhodnocení vlivů na životní prostředí (Environmental Impact Assessment, EIA)
[12] Údaj k 9.4.2015 uvedený na www.czso.cz.

nižší třídy (málo přímých úseků, větší stoupání a klesání). V současnosti navrhuje ministr dopravy Ťok navrhuje Vládě ČR zrušení poplatků na pěti úsecích dálnic, jedná o dva úseky dálnice D1 u Brna, dálnici D3 u Tábora, silnici R6 u Chebu a R10 u Mladé Boleslavi, jak zobrazuje Tabulka 4-7. Nyní řada řidičů dálnice objíždí a hledá cestu po silnici nižších tříd, což je mnohem nebezpečnější, než kdyby jeli po dálnici. Možnost kompenzace ztráty z nevybraných poplatků z osobní dopravy se nabízí zvýšením mýtného pro nákladní dopravu. Je zapotřebí nalézt rovnováhu a výši mýtného nepřemrštit, aby po České republice kamiony jezdily i nadále a z vybraných peněz se refinancovala výstavba infrastruktury.

D1	Kývalka - Brno	8 km
D1	Brno - Holubice	7 km
D3	Čekanice - Měšice	3 km
R6	Jesenice - Cheb sever	7 km
R10	Bezděčín - M. Boleslav	5 km

Tabulka 4-7: Navržené úseky, kde by se zrušily poplatky za použití dálnic **Zdroj: [33]**

Tato páteřní komunikace přinese zcela jistě ekonomický růst pro kraje, města a obce v její blízkosti, protože se vylepší jejich dopravní dostupnost a obslužnost. Pro případné zahraniční investory se území stane atraktivním vzhledem k dopravní poloze v rámci České republiky. Dokončení projektu R35 v celé délce je plánováno na rok 2025, nicméně výstavba nových úseků byla plánována na r. 2015, k níž v tomto roce již bohužel nedojde z důvodu nesplnění potřebných náležitostí ze strany Vlády ČR. Budoucnost této pro stát prioritní komunikace je tedy značně nejistá.

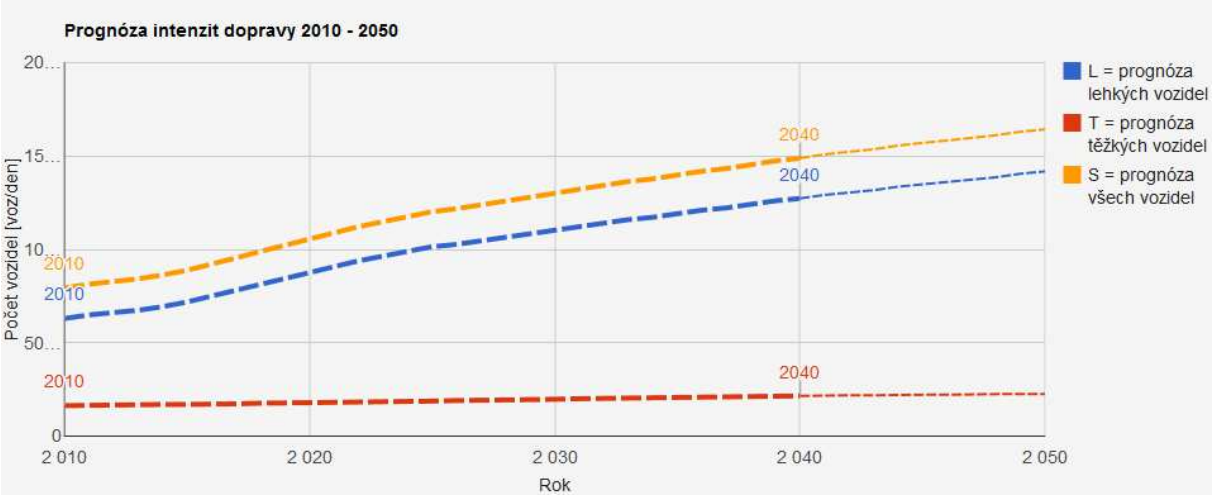
4.5 Zhodnocení významu komunikace R35 při výhledových intenzitách dopravy

Jelikož model zobrazující hlavní tahy v České republice je velmi komplexní a k dispozici z CSD 2010 jsou pouze omezené informace, navíc se jedná převážně o průměrné hodntoy, není reálné predikovat výhledové intenzity dopravy na jednotlivých úsecích vybraných dálnic a rychlostních silnic metodou jednotného součinitele růstu, matematickým modelem zatížení dopravní sítě nebo ekonometrickým modelem. Jako náhradní přístup byl zvolen postup uvedený v TP 225 [2], kde jsou uvedené i koeficienty vývoje intenzit dopravy, a to pomocí aplikace Tralys. Jednotlivé koeficienty prezentuje Tabulka 4-8. V TP 189 [1] i TP 225 [2] je odkazováno na aplikaci EDIP, jejíž konkurencí je aplikace Tralys. Přístup k oběma aplikacím je zpoplatněný, partnerskou školou pro získání studentské licence k oběma aplikacím je ČVUT FD, konkrétně Ústav dopravních systémů K612.

Matematický model zatížení dopravní sítě zohledňuje skutečnost, že faktory ovlivňující vznik dopravních vztahů se v území nerozvíjejí rovnoměrně. Pro zpracování matematického modelu zatížení dopravní sítě se tedy zpravidla používá specializovaný software.

Kategorie komunikace	Koef. prognózy intenzit dopravy		Typ intenzity	Výchozí rok
	TV	LV		2010
Dálnice	1,06	1,15	voz/den	Výhledový rok
Rychlostní silnice	1,04	1,14		**2015**
Dálnice	**1,42**	**2,04**	voz/den	Výhledový rok
Rychlostní silnice	**1,32**	**2,02**		**2040**
Dálnice	1,50	2,26	voz/den	Výhledový rok
Rychlostní silnice	1,38	2,25		**2050**

Tabulka 4-8: koeficienty prognózy intenzit dopravy **Zdroj: [Tralys], [2]**



Obrázek 4-21: výhledové intenzity dopravy do r. 2050 **Zdroj: [Tralys]**

Pro další úvahy budou použity koeficienty prognózy dopravy uvedené pro výhledový rok 2040. Ostatní koeficienty zahrnuje Tabulka 4-8 jen pro orientační srovnání. Po každém CSD, které se koná jednou za pět let, může dojít k přepočtu těchto koeficinetů, proto nelze brát následující závěry vycházející z uvedených koeficientů prognózy za definitivní a jednoznačně směrodatné. Obrázek 4-21 prezentuje vývoj intenzit dopravy vycházející z průměrných intenzit dopravy získané na základě údajů CSD 2010 pro úsek Praha - Mirošovice.

Bohužel, uvedné koeficitenty prognózy intenzit dopravy jsou shodné pro všechny dálnice a pro všechny rychlostní komunikace na území České republiky. Není tedy ve výsledku u R35 zohledněna možnost odlehčení dálnici D1. Dále není u výhledových koeficientů bráno v potaz plánované dokončení určitých úseků dálnic či rychlostních komunikací. Příkladem může být dokončení dálnice D8, která po dostavbě bude velmi pravděpodobně lákat tranzitní nákladní dopravu na území ČR. Vlastním expertním odhadem je navýšení intenzity nákladní dopravy na dálnici D1 navíc oproti prognóze na základě výhledových koeficientů cca o 10 %, soudě dle významu České republiky na síti Panevropských koridorů, jak zobrazuje Obrázek 6-3 a Obrázek 6-7 v příloze A.



sek	rok 2010	rok 2040
Liberec – Turnov	21 – 24	34 – 38
Turnov – Jičín	6 – 10	13 – 18
Jičín – Hradec Králové	10 – 13	21 – 29
Hradec Králové – Ostrov	11 – 14	43 – 53
Ostrov – Janov	12 – 20	35 – 43
Janov – Mohelnice	9 – 13	33 – 39
Mohelnice – Olomouc	13 – 24	31 – 38
obchvat Olomouce	14 – 27	25 – 45
Olomouc – Lipník n. Beč.	25 – 27	22 – 25

Obrázek 4-22: Prognóza intenzit dopravy R35 **Zdroj: [26]**

Obrázek 4-22 zobrazuje prognózu intenzit dopravy na základě ŘSD pro lehká i těžká vozidla. V jediném úseku, a to Olomouc – Lipník nad Bečvou, odhaduje ŘSD pokles intenzit všech vozidel o 7,5 – 12 %. Největší nárůst všech vozidel je predikován na úseku Hradec Králové – Ostrov, a to o 279 - 291 %. Dále je předpovídán vysoký nárůst všech vozidel v úseku Janov – Mohelnice, a to o 200 – 267 %. Větší nárůst intenzity dopravního proudu je predikován právě pro úseky, z nichž jsou dobře dostupná významná města – Liberec, Hradec Králové, Pardubice a Olomouc. Tyto hodnoty se naprosto neshodují s uvedenými výhledovými koeficienty, které jsou zveřejněné v [2]. Je tedy otázkou, která prognóza je věrohodnější.

V programu SIMUL8 byl nasimulován model hlavních tahů ČR s výhledovými vstupními údaji, které jsou uvedeny v příloze D v podkapitole 6.7, získanými na základně známých RPDI z CSD 2010 a koeficientů prognózy intenzit dopravy uvedené v aplikaci Tralys a TP 225 [2]. Podrobné tabulky s výslednými údaji jsou uvedeny v příloze D v podkapitole 6.8. Pro simulaci výhledového stavu pro r. 2040 pro denní dobu 06:00 – 18:00 byly zachovány hodnoty pravděpodobnostního beta rozdělení z modelu zobrazujícího současný stav a dále také pravděpodobnosti sjezdu na jednotlivých sjezdech vybraných aktivit jednotlivých hlavních tahů. Hodnoty intenzit dopravy na jednotlivých komunikacích vzrostly, nicméně ne o 40 % či 30 %, jak bylo plánováno. V ojedinělých případech dokonce hodnoty poklesly. Většinou došlo k nárůstu počtu odbavených entit danou aktivitou o 5-20 %, jak zobrazuje tabulka v příloze D v podkapitole 6.8. Tyto hodnoty neodpovídají predikovaným hodnotám. Důvodem může být absence určení směrování entity v programu SIMUL8. Jakmile je v modelu více vstupů a výstupů, není zjistitelné, kterými aktivitami jednotlivé entity prošly. Je tedy velmi pravděpodobné, že řada entit do systému vstoupí a po zpracování danou aktivitou ihned systém opustí. Jednou z možností zlepšení kvality výsledků je navýšení kapacit zdrojů přiřazených jednotlivým aktivitám, jelikož některé zdroje jsou relativně dost vytížené v současném modelu a některé zdroje nestíhají odbavovat potřebný počet entit.

V druhém simulovaném případě výhledových hodnot byly tedy změněny kapacity jednotlivých zdrojů, z důvodu předešlého ztrácení se entit ještě před vstupem do samotného

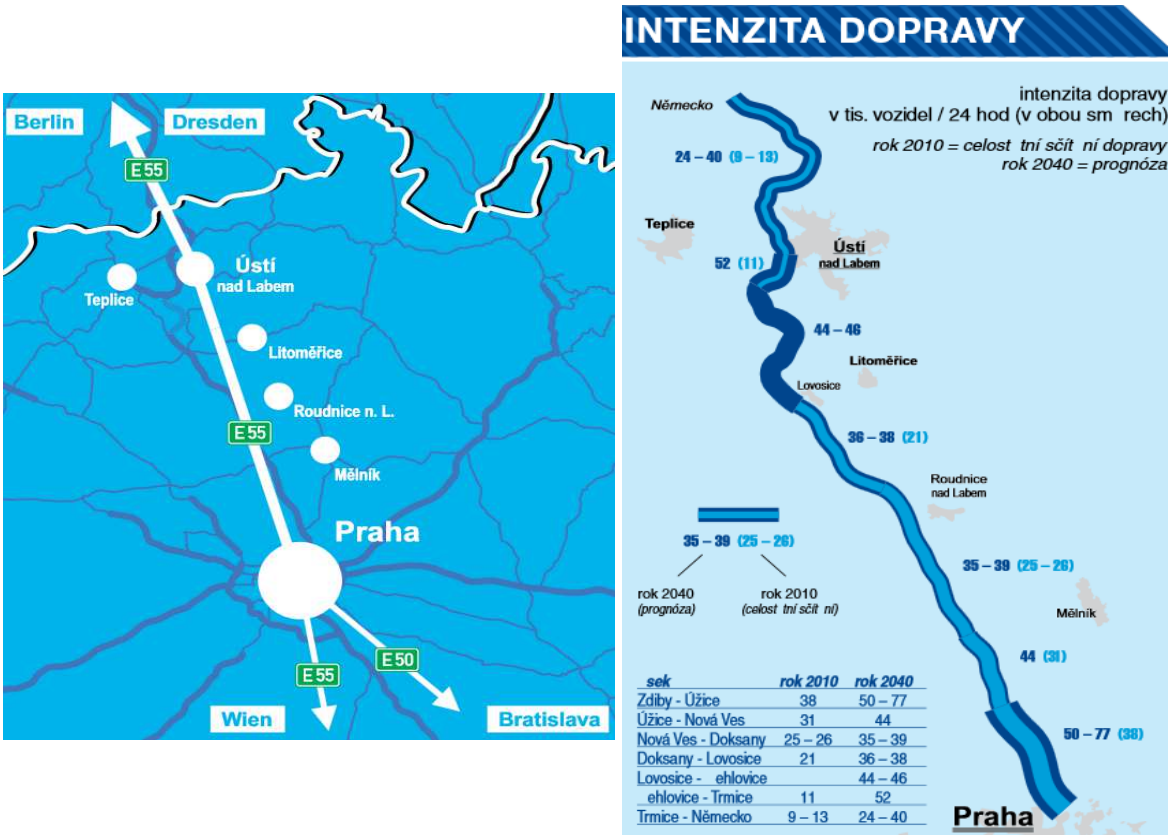
systému při nájezdu na daný úsek dálnice. Kapacity byly navýšeny na maximální možnou hodnotu, kterou program SIMUL8 umožňuje, a to na 1 000 jednotek u každé kapacity zdrojů. Nicméně i přesto se určitá část entit ztratila ještě před vstupem do systému z důvodu zaneprázdněnosti příslušného zdroje. Na druhou stranu všechny fronty uvádějí ve výsledcích průměrný nulový čas strávený čekáním ve frontě. Co se týče hodnot vozidel, které byly zpracovány jednotlivými aktivitami, najely a sjely z dálnice na jednotlivých vybraných úsecích dálnic, jsou vyšší než v předešlém případě simulace výhledových hodnot hlavních tahů. Podrobné výsledky prezentuje Tabulka 6-76, Tabulka 6-77, Tabulka 6-78, Tabulka 6-79, Tabulka 6-80, Tabulka 6-81 a Tabulka 6-82 v příloze D v podkapitole 6.8. Tyto údaje jsou daleko bližší reálnému výhledovému stavu než v předešlém případě, jak dokládá Tabulka 6-75 v příloze D v podkapitole 6.8.

Pro podrobnější řešení problému by bylo zapotřebí lepší datové základny. V České republice limituje komplexní monitoring a analýzu dopravy zejména separátní sběr dat a jejich nízká homogenita. Získaná data jsou použita v rámci samostatných telematických systémů (řízení křižovatek ve městech, řízení dopravy v tunelech, výběr elektronického mýta apod.), pro statistické účely či dopravní plánování. Právě nedostatek dat (zejména o aktuální plynulosti dopravy) způsobuje neúplné využívání potenciálu telematických systémů, kde je relevantní sběr dat soustředěn pouze na část páteřních komunikací (dálnic a rychlostních silnic).

4.6 Význam dálnice D8 po jejím dokončení

Dálnice D8 je součástí mezinárodní sítě TEN-T a rovněž je součástí mezinárodní silnice E55, která je 3 305 km dlouhá komunikace vedoucí z švédského Helsingborgu, přes Dánsko, Německo, Ústí nad Labem, Prahu a České Budějovice, Rakousko, do italského Terstu a dále po pobřeží Itálie do řecké Kalamaty. Dálnice D8 je součástí IV. Evropského multimodálního dopravního koridoru Berlín – Drážďany – Praha – Bratislava –Györ – Budapešť – Arad – Craiova – Sofie – Plovdiv – Istanbul. V současnosti chybí dostavět a zprovoznit dvanáctikilometrový úsek přes České středohoří mezi Bílinkou a Řehlovicemi k tomu, aby dálnice D8 byla kompletní. Tento úsek je naplánován na dokončení v roce 2016 [26]. Po dokončení daného úseku vzroste dálnice D8 na svém významu, jak je patrné ze znalostí Panevropských dopravních koridorů a mezistátní dopravy realizované přes ČR, viz Obrázek 6-3, Obrázek 6-7 a Obrázek 6-14. Dá se předpokládat, že po dostavbě daného úseku dálnice D8 vzrostou intenzity dopravního proudu na dálnici D1 a D8 o přibližně 10 %, a to zejména o tranzitní dopravu.

Dálnice D8 zajišťuje v první řadě mezinárodní dopravní spojení Prahy se Saskem a Berlínem. V národním měřítku propojuje hlavní město Prahu spolu se středočeskou aglomerací s průmyslovou oblastí severních Čech – Ústím nad Labem, Teplicemi, Děčínem a pomocí silnice I/13 I Mosteckem a Chomutovskem. Díky výstavbě dálnice D8 byla odvedena tranzitní doprava z řady měst a obcí, namátkou Terezína, Lovosic, Vchýnice, Teplic a mnoha dalších. Doprava byla soustředěna na kapacitní komunikaci schopnou přenést dopravní zátěž do budoucna, jak zobrazuje Obrázek 4-23.



Obrázek 4-23: evropský význam dálnice D8 a prognóza intenzit dopravy **Zdroj: [26]**

5 Závěr

Hlavním cílem této práce je vytvoření simulačního modelu nejprve pouze dálnice D1 jen s významnějšími sjezdy, poté vytvoření sítě tvořené dálnicí D1, D11 a budoucí rychlostní silnici R35 a jako poslední variantu rozšíření dopravní sítě o dálnici D5 na Plzeň a dále hraniční přechod Rozvadov, D8 na Ústní nad Labem a poté hraniční přechod Krásný Les, D2 na Bratislavu s hraničním přechodem v Břeclavi, I52 s hraničním přechodem Mikulov, D1 vedoucí dále od Brna přes Bělotín, kde se dopravní proud dělí na směr přes Ostravu a Bělotín s hraničním přechodem Věřňovice a na směr přes Frýdek Místek s hraničním přechodem Český Těšín. Dopravní model pro jednotlivé varianty byl vytvořen pouze pro nákladní vozidla z důvodu zájmu zobrazit změnu distribučních strategií v České republice po dostavbě severní dálnice. Zahrnutí navíc osobních vozidel by zvedlo akorát výsledné hodnoty zpracovaných entit příslušnou aktivitou. Jelikož cílem je zobrazit změnu distribučních strategií, bylo by zapotřebí rozlišit nákladní a osoní vozidla (v programu SIMUL8 např. pomocí tzv. labelů). Z tohoto důvodu bylo od osobních vozidel v modelech abstrahováno. Zmíněný model hlavních tahů ČR má za cíl ukázat možné ulehčení přeplněné dálnici D1, která navíc musí projít rozsáhlou a časově náročnou rekonstrukcí. Komunikace R35, jako paralelní komunikace k D1, ulehčí po jejím dostavění v celé plánované délce hlavnímu tranzitnímu tahu z Polska do Německa a Rakouska. Při predikci výhledových dopravních intenzit se nesmí zapomenout na plánované dokončení dálnice D8 vedoucí přes Ústí nad Labem, čímž se dálnice D1 a D8 stanou páteřní komunikací při tranzitu nákladních vozidel přes Českou republiku, která pojedou z jihovýchodu Evropy do přístavu do Hamburku do Německa, viz Obrázek 6-14.

Jelikož bylo velmi obtížné získat potřebné údaje k vytvoření věrohodného simulačního modelu odpovídajícího co nejvíce realitě, bylo nutné přijmout značná zjednodušení dopravního modelu. Z důvodu velkého množství okolností, které ovlivňují predikci časoprostorového vývoje dopravního proudu, ke kterým nebylo reálné získat věrohodná data (budoucí dopravní poptávka ovlivněná počtem nových pracovních příležistostí, vzdělávacích příležitostí, možností nákupů a návštěv zdravotnických středisek, aj.), byla k predikcím výhledových dopravních intenzit zvolena aplikace TraLys. Přístup k této aplikaci mi byl zajištěn majitelem aplikace, resp. tajemníkem Ústavu dopravních systémů na Fakultě dopravní na ČVUT.

Při vyhodnocení výsledků je nezanedbatelná i ekonomická a ekologická stránka - při výskytu kongescí může navzdory stejné průměrné intenzitě docházet k vyšší spotřebě pohonných hmot a vyšší úrovni exhalací.

Teoretické přínosy práce

Pomocí použitého simulačního programu SIMUL8 byla provedena řada simulačních experimentů, které umožnily detailní časoprostorové sledování a zkoumání vývoje dopravního proudu. Řada kvantitativních závěrů je v souladu s výsledky získanými z reálných měření a předpovědí.

Při experimentech se ukázalo, že program SIMUL8 není vhodným nástrojem pro simulaci dopravního modelu. Hlavním důvodem je absence možnosti zadat do modelu údaje týkající se tras jednostlivých vozidel známých z reálných údajů z mýtných bran. Tato nevýhoda se zejména projevila při záměru predikovat budoucí distribuční strategie při výhledovém objemu dopravního proudu. Jestliže není známo, odkud a kam vozidla v daném modelu jezdí, není možné zjistit, jak moc může nově vybudovaná komunikace ulehčit dálnici D1. Další nedostatek programu SIMUL8 byl zjištěn při samotném modelování aktuálních intenzit dopravy, kdy se později ukázalo, že se řada entit ztratí při vstupu do systému (nájezdu na dálnici) ještě před samotným vstupem do systému. Na tuto skutečnost autora modelu neupozorní vytíženost zdrojů příslušných aktivit, protože uvádějí např. hodnotu kolem 50 % či nižší, nikoliv 100 %. Jedná se pouze o průměrný údaj, je tedy možné, že v exponovaném čase jsou kapacity využity na 100 % a ve volnějším období nikoli. Dalším významným nedostatkem se ukázala skutečnost možnosti výskytu zacyklení jednotlivých entit. V modelu nelze bez využití programovacích doplňků určit, že jede-li vozidlo ze směru A do místa C přes místo B, nesmí se v místě B otočit a jet zpět do místa A a poté zpět do místa B či C. Směrování entit v systému je dáno pouze pomocí pravděpodobností. V programu SIMUL8 není možné zadat preferenci volby nejkratší, resp. nejrychlejší trasy do požadované cílové destinace. Vytvoří-li se před vozidlem kolona, zůstává vozidlo čekat ve frontě na příslušnou aktivitu a neotočí se a nevybere si jinou rychlejší trasu, jak by tomu bylo ve většině případů v reálné situaci. Jestliže nejsou v modelu rozlišeny pruhy jednotlivých dálnic a jejích úseků, nelze výsledky interpretovat jako hodnoty jednotlivých nákladních vozidel, ale jako obecné hodnoty dopravního proudu. V neposlední řadě došlo k dalšímu původně nechtěnému zjednodušení modelu, a to takovému, že časy trvání jednotlivých činností neodpovídají času průjezdu jednotlivých aktivit, nýbrž odpovídají času průjezdu úseku z místa A do místa B. Pro vyvarování se tohoto problému by bylo zapotřebí značně rozšířit simulovaný model, případně zahrnout některé programovatelné prvky, což by bylo již nad rámec této práce.

Praktické přínosy

Základní podmínkou pro úspěšné řízení, ovládání a usměrňování dění v dopravní síti, resp. v dopravním modelu, je pochopení dějů v dopravním proudu. Vhodným řízením lze udržet dopravní síť ve výkonnějším stavu a zabránit tak výrazným kongescím a ztrátám z nich plynoucích. Dopravní proud je silně omezený děj už i samotnou podmínkou kontinuity a interakcí jednotlivých vozidel. Existuje v něm jistý prostor nejen pro záměrné a cílené ovlivňování a řízení zvenčí, ale i pro náhodnou složku ve formě možnosti projevu vlastní vůle řidičů, která je obtížně předvídatelná.

V době, kdy se čím dál více zvyšuje dopravní zatížení silniční a dálniční sítě, je tím více potřebné umět odhadnout důsledky zásahů do dopravního proudu. Obrovský nástup informačních technologií do dopravních systémů je provázán hromadným sběrem dat, ale také šířením inforamcí v různé podobě. Možnost modelovat různé jevy v dopravním proudu je předpokladem pro účinné zásahy v různých oblastech:

- Na základě průběžného měření dopravního proudu lze predikovat vývoj dopravního proudu na jednotlivých komunikacích, na významných dopravních tazích a šířit informace o dopravní situaci aktuálně pomocí např. dopravního zpravodajství do mobilních telefonů, po interentu či přímo na informační tabule na komunikace.
- Je možné modelovat dopravní jevy pouze v místech se změnenými parametry (dopravní omezení či vážná nehoda na komunikaci, snížení počtu jízdních pruhů vedoucí ke snížení kapacity dané komunikace, ...) a v blízkém okolí s cílem najít optimální řešení pro danou situaci.
- Simulace umožňuje ověřit důsledky plánovaných či již nově zavedených opatření na dopravní síti.
- Posouzení důsledků zavedení nových „inteligentních technologií" ve vozidlech. Aplikace by měly směřovat k plynulejšímu provozu dopravního proudu, což by mělo přinést pozitivní efekty nejen v ekonomice provozu, ale i v bezpečnosti provozu.

Další směrování výzkumu

Tato práce ukázala, že simulace je více méně věrohodná. Nejedná se ovšem o jediný možný, ani zdaleka dokonalý model zkoumané problematiky. Používaný simulační aparát je aplikovatelný i na jiné modely, zejména na modely podnikových procesů. Prozkoumání použitého simulačního nástroje ukázalo, že je poněkud problematický pro zkoumání lokálních vlivů v dopravním proudu. Pro další zkoumání dané problematiky lze doporučit následující kroky:

- Pro zvolený model upřesnit parametry a ověřit je měřením v reálném dopravním proudu za různých podmínek.
- Pokračovat ve zkoumání dějů na hlavních tazích v České republice, rozšířit model o více komunikací.
- Zkoumání dalších možností nastavení simulačního modelu zkoumané problematiky v programu SIMUL8. Stěžejním návrhem je modifikace modelu ve formě zdvojení všech hran, aktivit a front na jednotlivé aktivity k zajištění možného oddělení směrů dopravního proudu mezi jednotlivými aktivitami. Pro dokonalejší rozlišení jednotlivých tras simulovaných vozidel by bylo zapotřebí do modelu zahrnout právě tolik spojnic mezi jednotlivými aktivitami navzájem, kolik existuje kombinací jejich propojení. Jednalo by se ovšem v případě modelu hlavních tahů ČR o tak rozsáhlý model, že jeho simulace by trvala nereálně únosnou dobu.
- Ve shodě s tuzemskou či zahraniční komunitou zabývající se simulacemi dopravního proudu by bylo vhodné hledat optimální simulační nástroj a model. Hlavním adeptem na nejvhodnější simulační software je PTV-Vissim, jehož studentskou licenci by bylo možné získat spoluprací s Fakultou dopravní na ČVUT či s firmou FA-CityPlan s.r.o., která je oficiálním distributorem simulačního softwaru PTV Group v České republice. Bohužel na VŠE není daný software používán, vyučován ani představen studentům během celého studia ani v rámci doplňkové zájmové přednášky, tudíž jej nebylo možné použít k vypracování této práce.

Seznam použité literatury

Literatura

[1] BARTOŠ, Luděk. *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích: TP 189*. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012, 76 s. ISBN 978-80-87394-06-9.

[2] BARTOŠ, Luděk, Aleš RICHTR, Jan MARTOLOS a Martin HÁLA. *Prognóza intenzit automobilové dopravy: TP 225*. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012, 26 s. ISBN 978-80-87394-07-6.

[3] DLOUHÝ, Martin., FÁBRY, Jan, KUNCOVÁ, Martina, HLADÍK, Tomáš, *Simulace podnikových procesů*. 2., upr. vyd. Brno: Computer Press, 2011, 206 s. ISBN 978-80-251-3449-8.

[4] FIALA, Petr. *Modely produkčních systémů*. Vyd. 1. Praha: Oeconomica, 2005, 231 s. ISBN 80-245-0985-7.

[5] LAW, Averill M. *Simulation modeling and analysis*. Boston [u.a.]: McGraw-Hill, 2007. 978-007-125519-6.

[6] MAITA, B. *Traffic stream characteristics*, Indian Insistute of Technology, Kharagpur, 2008.

[7] MOCKOVÁ, Denisa. *Aplikace genetických algoritmů vybrané lokační úlohy: Application of genetic algorithms to selected location tasks*. V Praze: České vysoké učení technické, 2014, 27 s. ISBN 978-80-01-05488-8.

[8] PŘIBYL, Pavel a Miroslav SVÍTEK. *Inteligentní dopravní systémy*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2001, 543 s. ISBN 80-7300-029-6.

[9] WALTER, Jaromír a Josef LAUBER. *Simulační modely ekonomických procesů: Vysokošk. učebnice*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1975, 212 s. Řada ekonomické literatury.

Internetové zdroje

[10] ČÍHÁK, Miloš, HAK, František, HLADKÁ, Jolana, HORNÍČEK, Karel, KUBEŠOVÁ, Stanislava, MÁTL, Radek, MICHKOVÁ, Vlasta, ŠRAJEROVÁ, Jana, VOREL, Vladimír. *Páteřní síť silnic a dálnic v ČR* [online]. 2013 [cit. 2015-05-01]. ISBN 978-80-87138-52-6. Dostupné z WWW: <http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/0/91E27C9A198FA561C1257CE80035F656/$file/RSD-paterni-sit-silnic-a-dalnic-v-cr.pdf>

[11] HOFHANSL, Petr. *Dopravní model ČR* [online]. AF-CITYPLAN, s.r.o., 2015. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z WWW: http://www.af-cityplan.cz/dopravni-model.html

[12] KOLOUŠEK, M. *Studie proveditelnosti a účelnosti R35* [online]. Valbek, spol. s.r.o., 2009. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z WWW: <http://www.kraj-lbc.cz/public/doprava/b_pruvodni_zprava_souhrn_296b23a433.pdf]

[13] KŘIVDA, Vladislav, ŠKVAIN, Václav. Učební texty [online]. *Městské komunikace a křižovatky*. 2011. [cit. 2015-05-01]. Dostupné z WWW: <http://kds.vsb.cz/mkk/>

[14] KŮRKA, Petr. *Současnost a budoucí rozvoj silničních a dálničních staveb v ČR* [online]. 2010 [cit. 2015-05-01]. Dostupné z WWW: <http://www.casopisstavebnictvi.cz/soucasnost-a-budouci-rozvoj-silnicnich-a-dalnicnich-staveb-v-cr_N3433>

[15] LEDVINOVÁ, Michaela. Dopravní význam a kapacita pozemních komunikací [online]. 2008. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z WWW: http://pernerscontacts.upce.cz/11_2008/ledvinova.pdf

[16] MARTOLOS, Jan, BARTOŠ, Luděk. Využití výsledků celostátního sčítání dopravy pro aktualizaci dopravně inženýrských metodik [online]. EDIP, s.r.o., 2010. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z WWW: <http://www.edip.cz/docs/mohlo-by-vas-zajimat/2014-clanek-vyuziti-vysledku-celostatniho-scitani-dopravy-pro-aktualizaci-dopravne-inzenyrskych-metodik.pdf>

[17] PELÁNEK, Radek. Modelování: obecné principy [online]. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z WWW: <http://www.fi.muni.cz/~xpelanek/IV109/slidy/modelovani.pdf>

[18] PERINGER, Petr. *Modelování a simulace* [online]. 2014. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z WWW: <http://www.fit.vutbr.cz/study/courses/IMS/public/prednasky/IMS.pdf>

[19] SHANON, Robert E. *Introduction to the art and science of simulation* [online]. 1998. [cit. 2015-05-01]. Dostupné z WWW: <http://www.informs-sim.org/wsc98papers/001.PDF>

[20] SIEBERS, Peer-Olaf. *G54 SIM - Simulation for Computer Scientists* 2011/2012 (Autumn). School of Computer Science, The University of Nottingham [Online]. 5. 10 2011. [cit. 2015-03-01] Dostupné z WWW: <http://www.cs.nott.ac.uk/~pos/g54sim/2011-2012/slides/G54SIM-Lec01%202011%20r01.pdf>

[21] ŠEJNA, Pavel. *Rozvoj dopravních sítí v České republice do roku 2010 s výhledem do roku 2015* [online]. Praha: SBP Consult, s.r.o., 2006. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z WWW: <http://www.sbp.cz/dokumenty/DopS/Studie/RozvojDS.pdf>

[22] *Aktualizace strategické výzkumné agendy oboru silniční dopravy* [online]. 2014. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z WWW: <http://www.tpsd-ertrac.cz/file/aktualizace-strategicke-vyzkumne-agendy-oboru-silnicni-dopravy/>

[23] *Centrum pro regionální rozvoj* [online]. 2015 [cit. 2015-05-01]. Dostupné z WWW: <http://www.crr.cz>

[24] *Dálniční síť* [online]. 2014. [cit. 2015-05-01]. Dostupné z WWW: <http://www.crr.cz>http://www.dalnice-silnice.cz/CZ.htm>

[25] *Mapa obcí postižených kamionovou dopravou* [online]. Dopravní federace, 2015. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z WWW: <http://www.dopravnifederace.cz/mapa/>

[26] *Modelování dopravy* [online]. SIM.Eltodo, 2005. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z WWW: <http://sim.eltodo.cz/teorie.html>

[27] *R35 – Mapy* [online]. Ředitelství silnic a dálnic, 2010. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z WWW: <http://www.r35.eu/mapy>

[28] *Rychlostní silnice R35* [online]. Ředitelství silnic a dálnic, 2013. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z WWW: <http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/0/CED4B9C5AD016D12C1257C080058F6DB/$file/RSD_R35_2013.pdf>

[29] *Rychlostní silnice R35 – Opatovice-Časy* [online]. 2014. Ředitelství silnic a dálnic. . [cit. 2015-03-01]. Dostupné z WWW: <http://www.rsd.cz/rsd/rsdcat.nsf/0/07CE2EB144783FDAC12576CC0039E64E/$file/r35-opatovice-casy.pdf>

[30] *TP 123. Zjišťování kapacity pozemních komunikací a návrhy na odstranění kongescí*. Praha: CityPlan s.r.o., 1999, Technické podmínky. [cit. 2015-05-01]. Dostupné z WWW: <http://www.pjpk.cz/TP%20123.pdf>

[31] *Zákazy jízd 2015 - pro nákladní vozidla v evropských státech* [online]. ČESMAD BOHEMIA, 2015. Členská sdružení IRU, prosinec 2014 – leden 2015. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z WWW: <http://www.prodopravce.cz/upload/file/OI/Zakazy%20jizd%202015_brozura.pdf>

[32] *AEW Europe koupila logistický park v Dobrovízi*. Hospodářské noviny, [online 2015-01-26]. [cit. 2015-05-05]. Dostupné z WWW: <http://byznys.ihned.cz/reality/c1-63440180-aew-europe-koupila-logisticky-park-v-dobrovizi-sidlit-zde-bude-i-amazon>

[33] Na pěti úsecích dálnic by se nemuselo platit. Ťok to navrhne vládě. Deník IDNES, [online 2015-05-10]. [cit. 2015-05-10]. Dostupné z WWW: <http://ekonomika.idnes.cz/tok-navrhne-pet-useku-dalnic-kde-se-nebude-platit-mytne-pg1-/eko-doprava.aspx?c=A150510_120110_domaci_cen>

6 Přílohy

Přílohou této diplomové práce je DVD, které obsahuje jednotlivé simulační modely.

Přiložené DVD obsahuje tyto soubory:

- D1_sjezdy_variabilita_den.S8,
- D1_sjezdy_variabilita_vecer.S8,
- D1_sjezdy_variabilita_noc.S8,
- D1D11R35_variabilita_den.S8,
- D1D11R35_variabilita_vecer.S8,
- D1D11R35_variabilita_noc.S8,
- hl.tahyCR_den.S8,
- hl.tahyCR_vecer.S8,
- hl.tahyCR_noc.S8,
- vyhled_hl.tahyCR_den.S8,
- vyhled_hl.tahy2CR_den.S8.

Dále jsou uvdeny přílohy práce ve formě tabulek a obrázků.

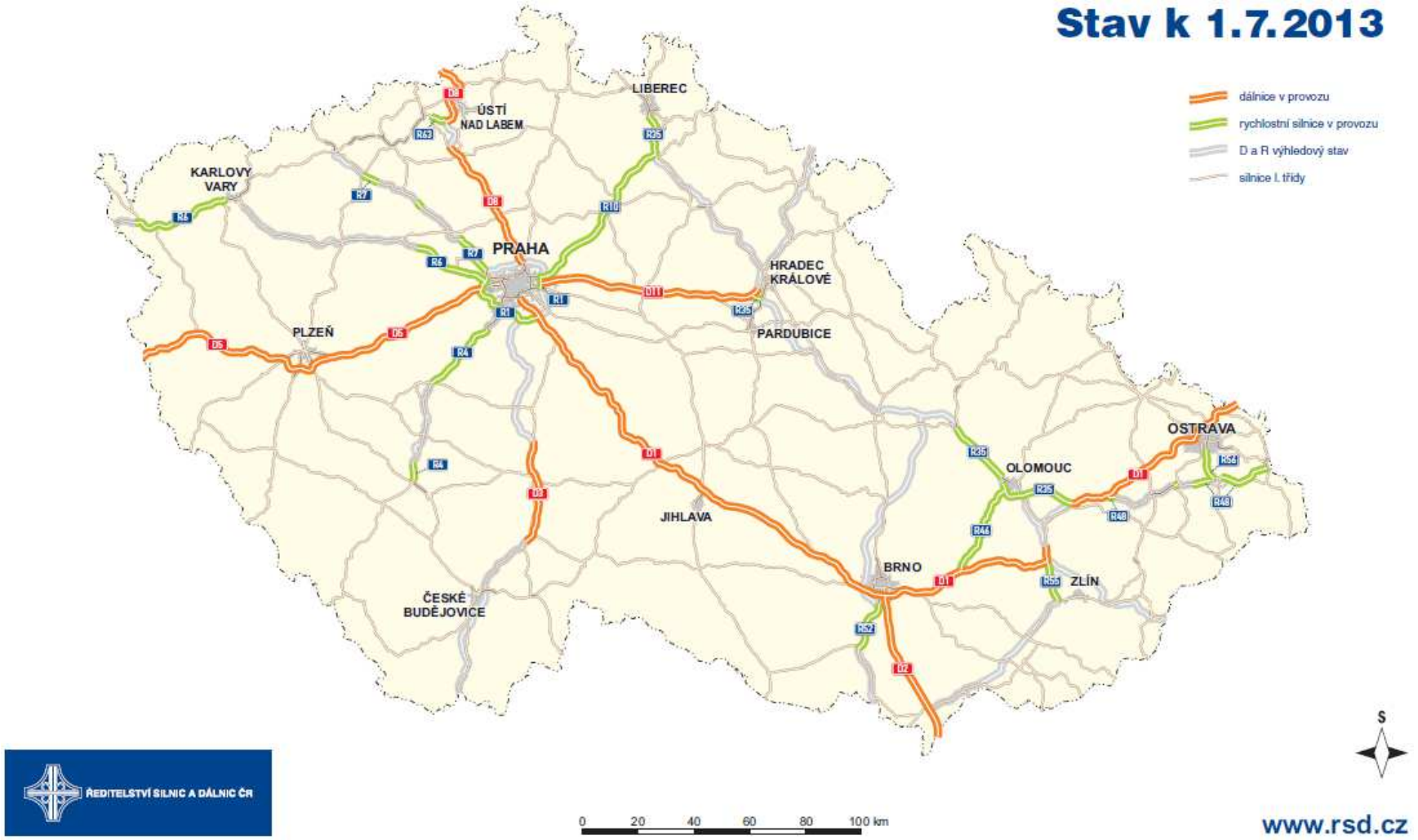
Příloha A – mapy (teoretický podklad)

Příloha B – údaje k modelu dálnice D1

Příloha C – údaje k modelu dálnice D1, D11 a R35

Příloha D - údaje k modelu hlavních tahů v ČR

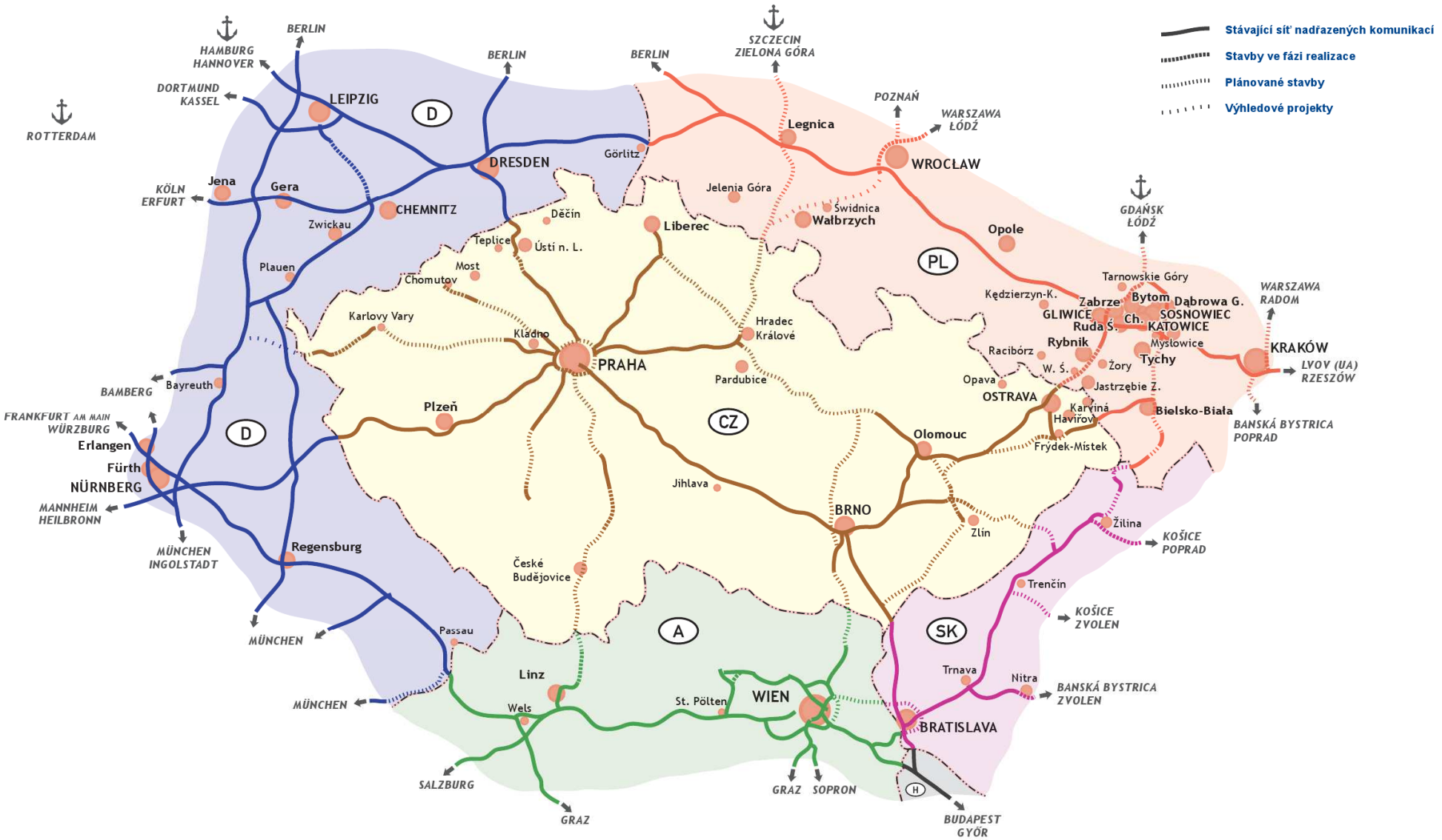
Příloha A – teoretický podklad



Obrázek 6-1: síť dálnic a rychlostních silnic k 1.1.2013 **Zdroj: [10]**



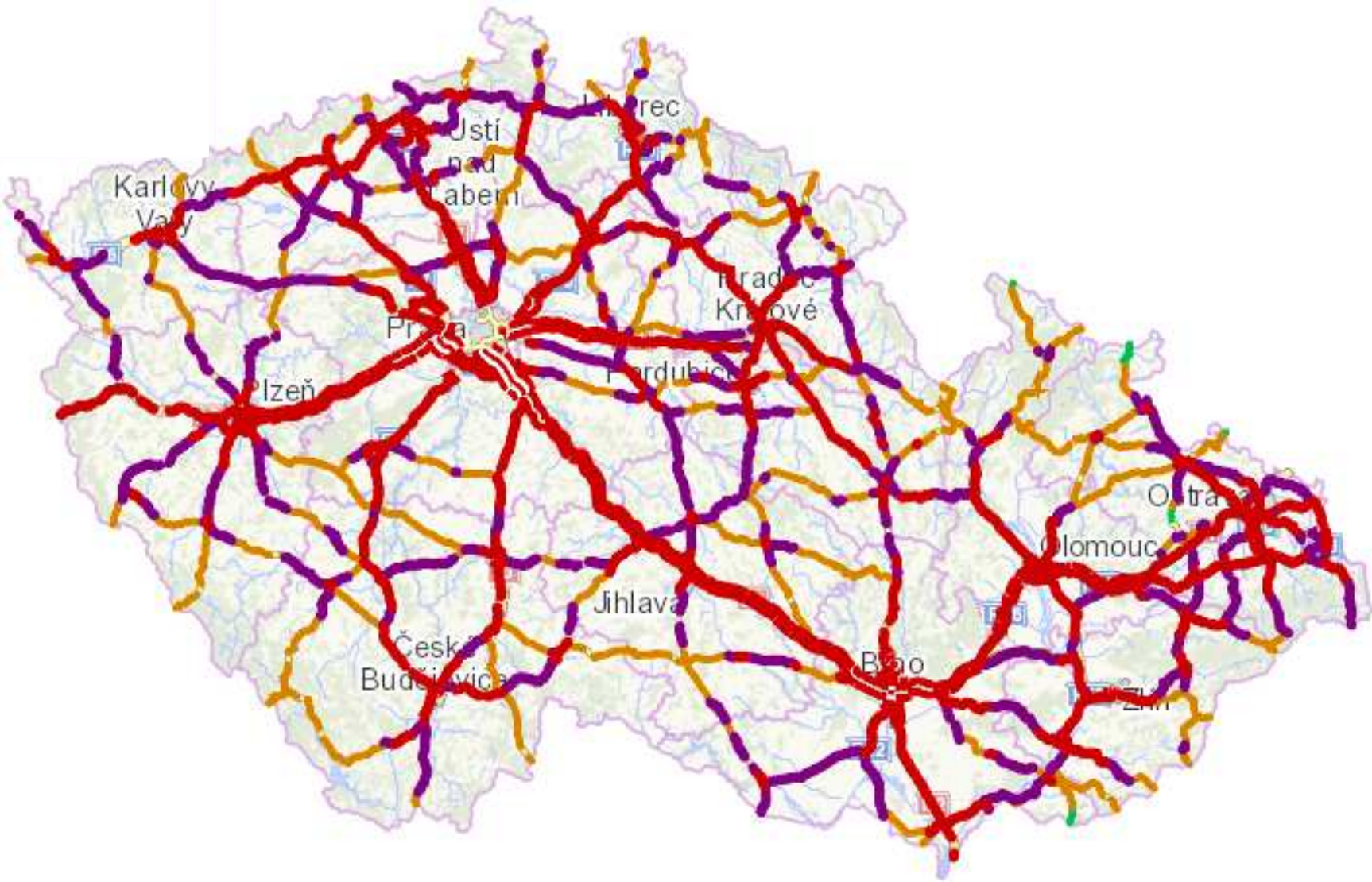
Obrázek 6-2: síť dálnic a rychlostních silnic (výhledový stav) **Zdroj: [10]**



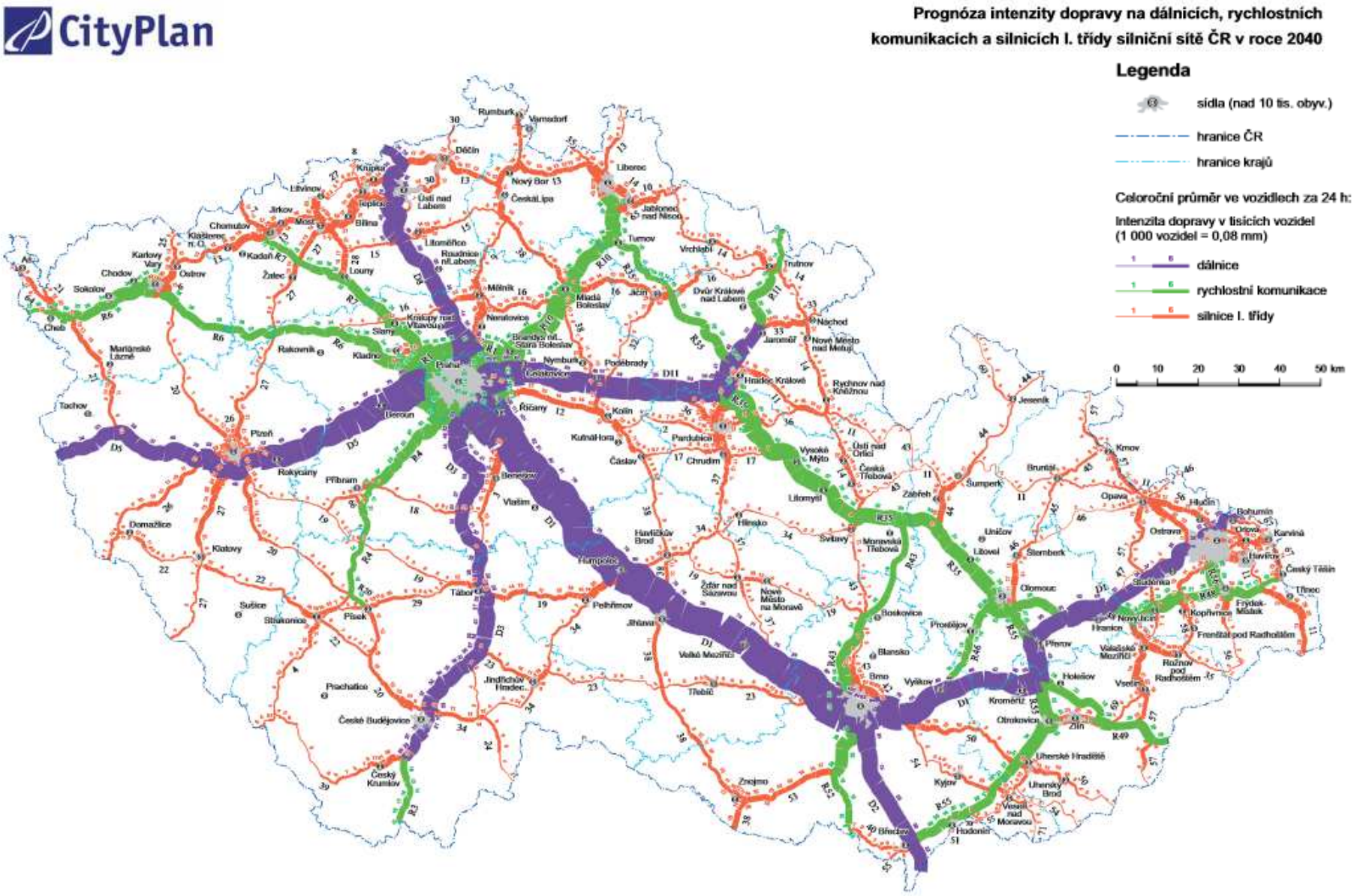
Obrázek 6-3: širší vztahy silniční sítě ČR **Zdroj: [10]**



Obrázek 6-4: mýto (výkonové zpoplatnění)



Obrázek 6-5: intenzity dopravy na základě CSD 2010



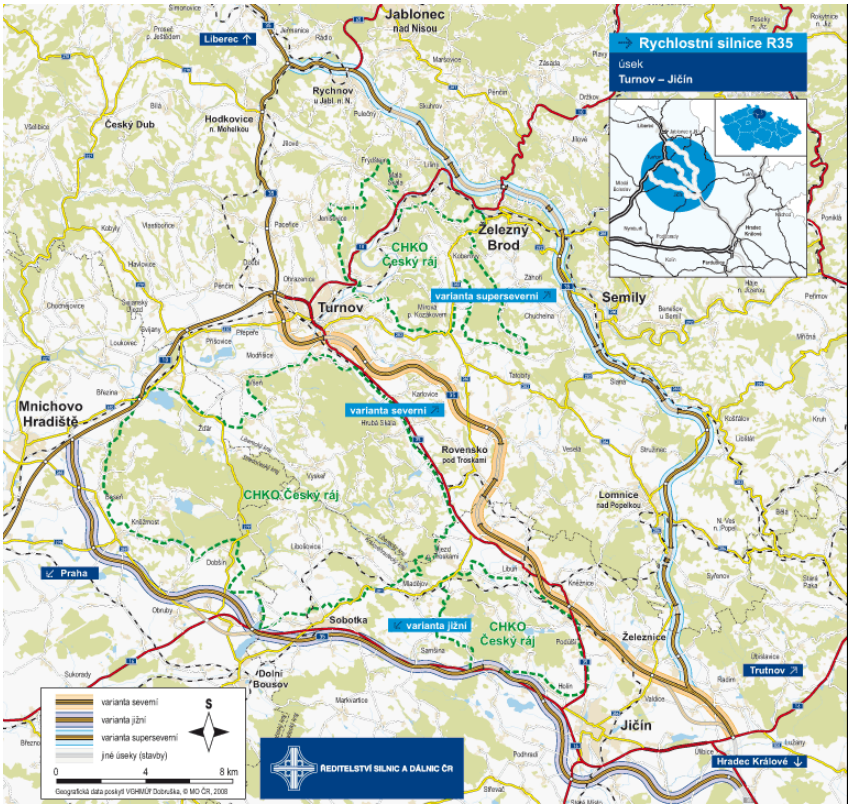
Obrázek 6-6: Prognóza intenzit dopravy na silnicích ČR pro rok 2040 **Zdroj: [10]**



Obrázek 6-7: Panevropské dopravní koridory

Kraj	Největší průmyslová zóna
Praha	VGP Park Horní Počernice (100 ha)
Středočeský	Kolín – Ovčáry (370 ha)
Jihočeský	Tábor – Vožická (momentálně 45 ha, celkové rozvojové možnosti lokality až 157 ha)
Plzeňský	Plzeň – Líně (343 ha)
Karlovarský	Cheb – Horní Dvory (300 ha)
Ústecký	Triangle (365 ha)
Liberecký	Liberec – průmyslová zóna Jih - Doubí (125 ha)
Královéhradecký	Dobřenice (230 ha)
Pardubický	Pardubice Free zone – Staré Čivice (120 ha)
Vysočina	Bystřice nad Pernštejnem (80 ha)
Jihomoravský	Brno – Tuřany – Chrlice (238 ha)
Olomoucký	Přerov – jih a Terminál kombinované dopravy (110 ha)
Zlínský	Letiště Holešov (273,7 ha)
Moravskoslezský	Nošovice (276 ha)

Tabulka 6-1: největší průmyslové zóny v ČR **Zdroj: [23]**



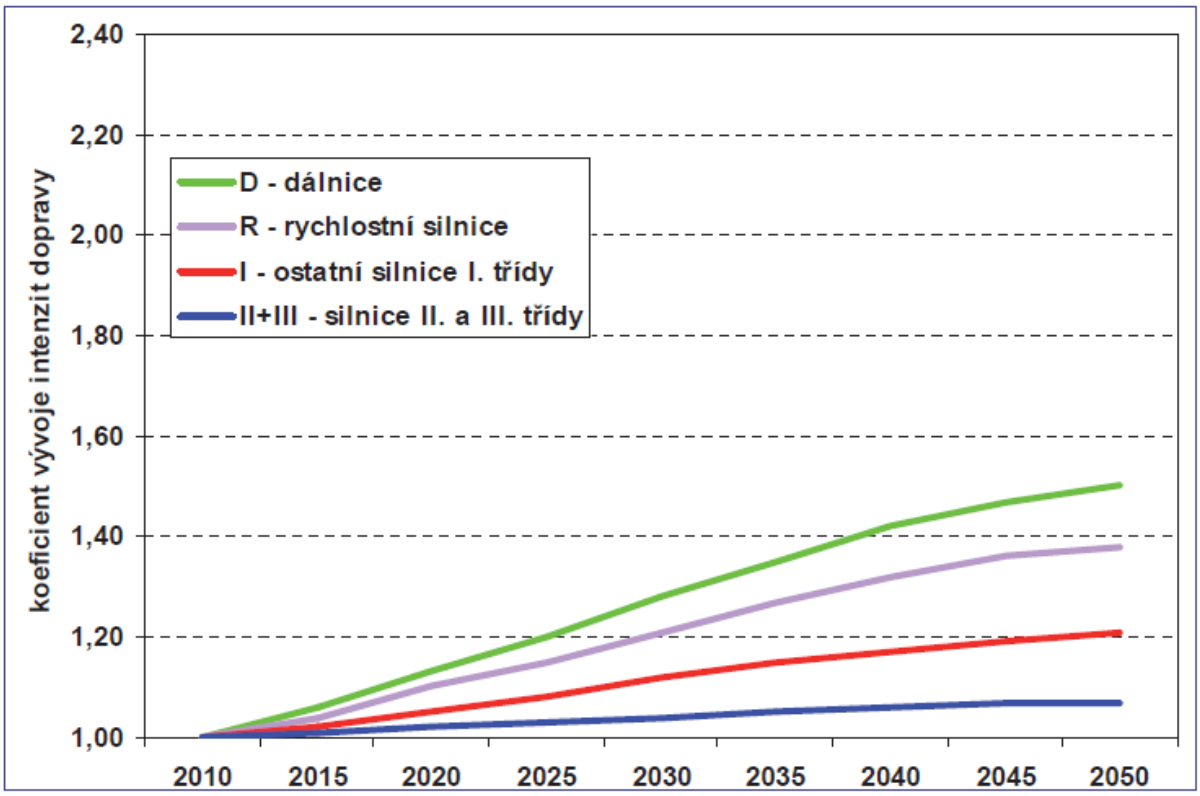
Obrázek 6-8: 3 varianty koridorů R35 **Zdroj: [27]**

ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR

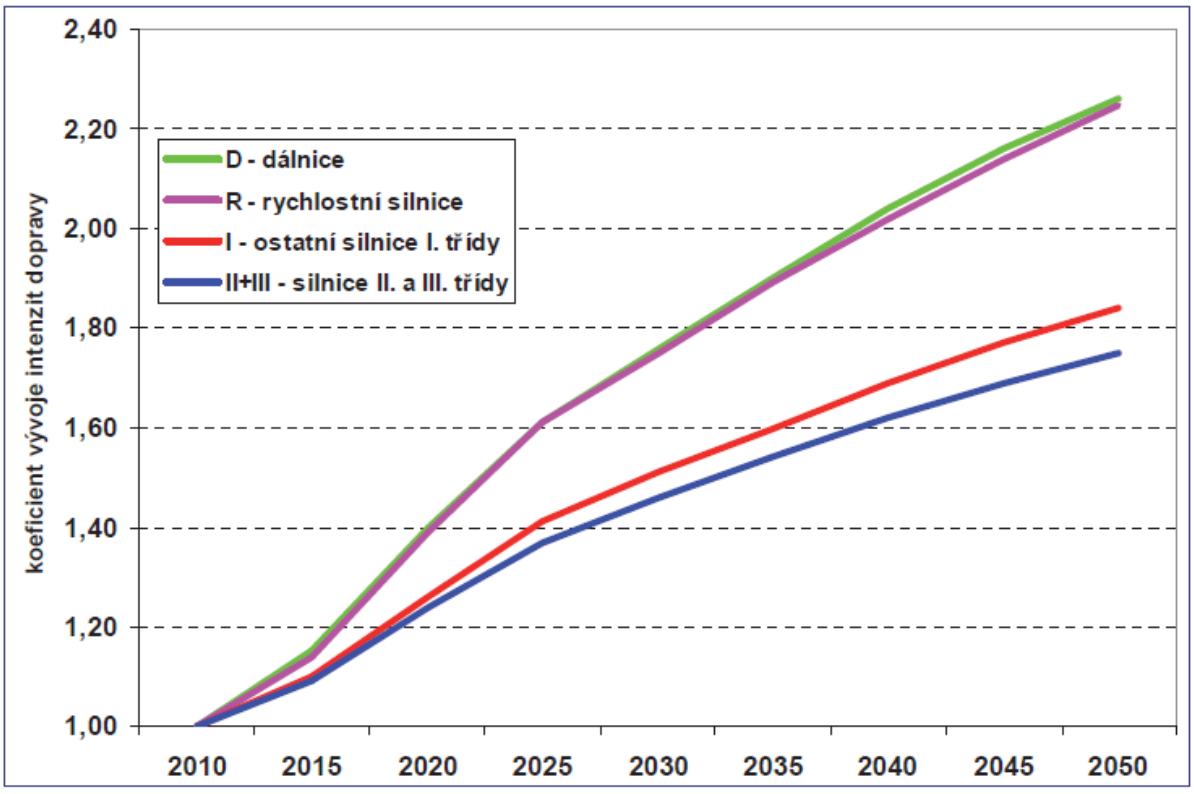
Výsledky sčítání dopravy na dálniční a silniční síti v roce 2010

	sčítací úsek s intenzitou	0 -	500	voz/24 h
	sčítací úsek s intenzitou	501 -	1000	voz/24 h
	sčítací úsek s intenzitou	1001 -	3000	voz/24 h
	sčítací úsek s intenzitou	3001 -	5000	voz/24 h
	sčítací úsek s intenzitou	5001 -	7000	voz/24 h
	sčítací úsek s intenzitou	7001 -	10000	voz/24 h
	sčítací úsek s intenzitou	10001 -	15000	voz/24 h
	sčítací úsek s intenzitou	15001 -	25000	voz/24 h
	sčítací úsek s intenzitou	25001 -	40000	voz/24 h
	sčítací úsek s intenzitou	40001 -	60000	voz/24 h
	sčítací úsek s intenzitou	nad	60001	voz/24 h
	nesčítané úseky			
145	číslo silnice - dálnice			
	hranice sčítacího úseku			

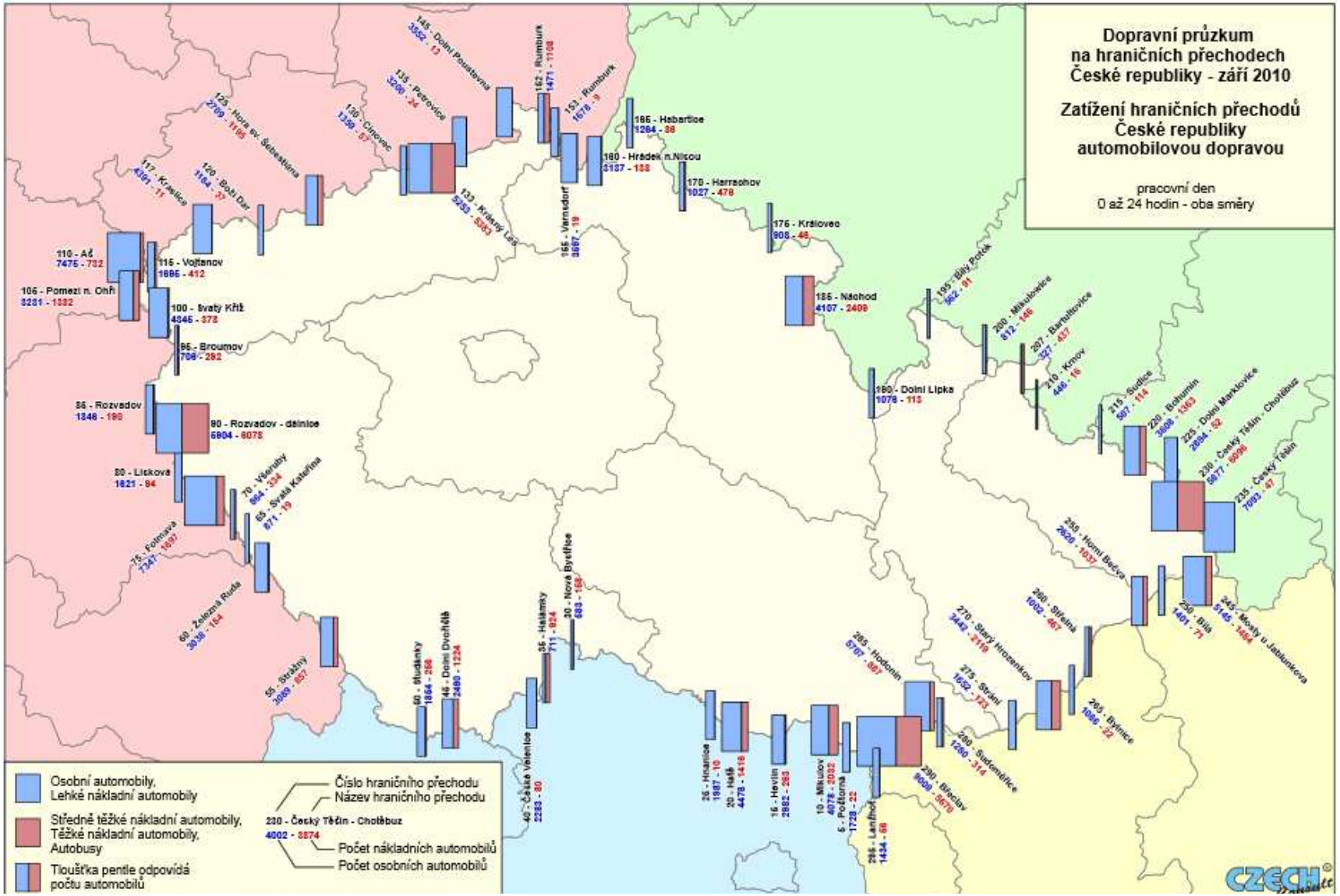
Obrázek 6-9: legenda k obrázku zachycující intenzity dopravy na základě CSD 2010



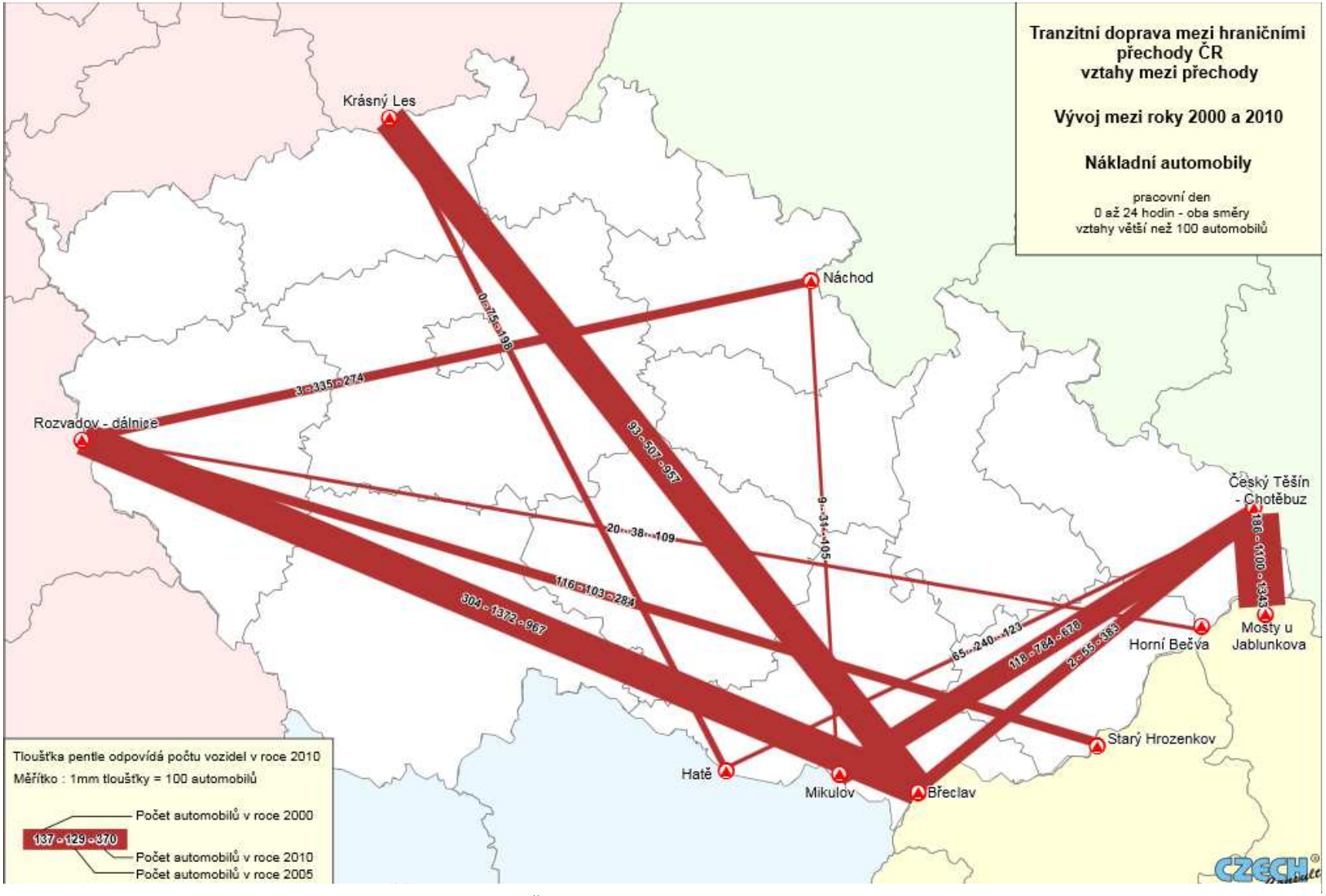
Obrázek 6-11: Koeficienty vývoje intenzit dopravy pro skupinu těžkých vozidel **Zdroj: [10]**



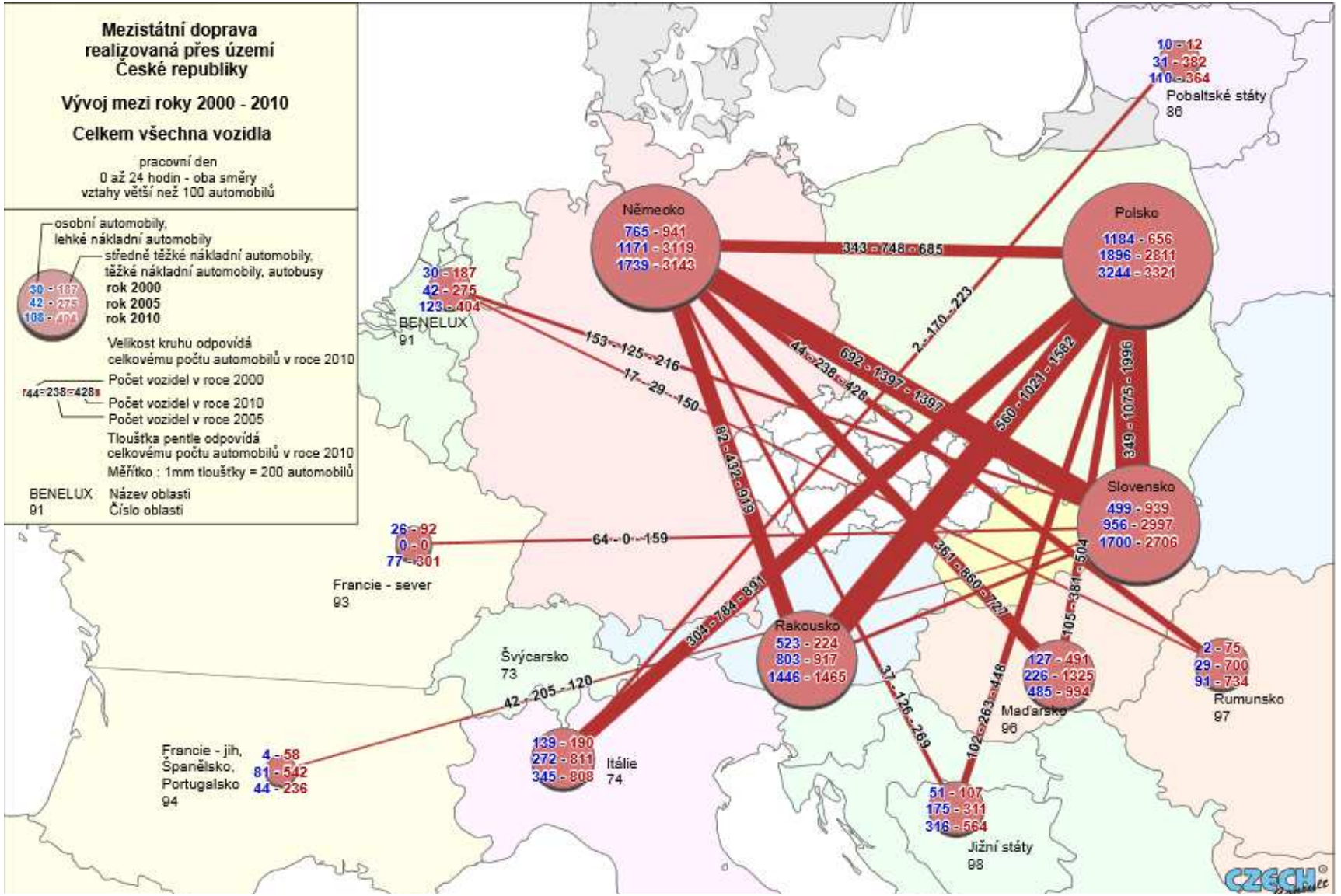
Obrázek 6-10: Koeficienty vývoje intenzit dopravy pro skupinu lehkých vozidel **Zdroj: [10]**



Obrázek 6-12: Hraniční přechody ČR – září 2010 **Zdroj: [CZECH Consult, spol. s.r.o.]**



Obrázek 6-13: Tranzitní doprava mezi hraničními přechody ČR – nákladní automobily v r. 2000 - 2010 **Zdroj: [CZECH Consult, spol. s.r.o.]**



Obrázek 6-14: Mezistátní doprava realizovaná přes území ČR – nákladní automobily v r. 2000 - 2010 **Zdroj: [CZECH Consult, spol. s.r.o.]**

Příloha B - údaje k modelu dálnice D1

6.1 Vstupní údaje

Úsek	$I_{prům.}$ [voz/min]	$K_{prům.}$ [70km/h]	K_j	$I_{MAX\ [90km/h]}$ [voz/min]	K při I_{MAX}	v_f nákl. voz. [km/h]
Praha-Mirošovice	**5,67**	4,86	7,29	2,73	1,82	90
Mirošovice-Humpolec	**3,33**	2,86	4,28	1,61	1,07	
Humpolec-Jihlava	**3,58**	3,07	4,60	1,72	1,15	
Jihlava-Velka Bites	**3,55**	3,04	4,56	1,71	1,14	$v_{kongesce}$ [km/h]
Velka Bites-Kyvalka	**3,81**	3,26	4,90	1,84	1,22	30
Kývalka-Brno	**4,58**	3,93	5,89	2,21	1,47	

Tabulka 6-2: hodnoty max. intenzity nákladních vozidel při rychlosti 90 km/h vs. prům. naměřená intenzita

Úsek	$I_{MAX\ [90km/h]}$ [voz/min]	$I_{MAX\ [30km/h]}$ [voz/min]	$I_{špičk.h.}$ [voz/min]	$v_{špičk.h.}$ [km/h]	$K_{šp.h.}$
Praha-Mirošovice	2,73	0,91	31	30	61,57
Mirošovice-Humpolec	1,61	0,54	18	30	36,23
Humpolec-Jihlava	1,72	0,57	19	30	38,80
Jihlava-Velka Bites	1,71	0,57	19	30	38,57
Velka Bites-Kyvalka	1,84	0,61	21	30	41,37
Kývalka-Brno	2,21	0,74	25	30	49,80

Tabulka 6-3: teoretické hodnoty max. intenzit vs. naměřená intenzita špičkové hodiny

6.2 Výsledky

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů
Queue for Mirošovice	0	0	23%
Queue for Humpolec	0	0	40%
Queue for Jihlava	0	0	30%
Queue for Velká Bíteš	0	0	31%
Queue for Kývalka	0	0	22%
Queue for Brno	0	0	17%
Queue for Kývalka2	0	0	22%
Queue for Velká Bíteš2	0	0	31%

Queue for Jihlava2	0	0	30%
Queue for Humpolec2	0	0	40%
Queue for Mirosovice2	0	0	23%
Queue for Praha2	0	0	18%

Tabulka 6-4: průměrné časy strávené ve frontě a využití zdrojů jednotlivých aktivit (00:00 – 06:00)

Aktivita	Využití	Počet odbavených entit
Praha	18,30%	1 927
Mirošovice	23,12%	1 640
Humpolec	40,29%	1 259
Jihlava	29,24%	1 541
Velká Bíteš	30,72%	1 521
Kývalka	22,25%	2 281
Brno	16,96%	2 416

Tabulka 6-5: využití entit a počet odbavených entit (00:00 – 06:00)

Aktivita	Využití	Počet odbavených entit
Praha	23,28%	2 443
Mirošovice	29,21%	2 068
Humpolec	49,06%	1 532
Jihlava	39,92%	2 054
Velká Bíteš	41,03%	2 030
Kývalka	28,37%	2 905
Brno	21,40%	3 048

Tabulka 6-6: využití entit a počet odbavených entit (18:00 – 24:00)

00:00-06:00	**Praha**	**Mirošovice**	**Humpolec**	**Jihlava**	**Velká Bíteš**	**Kývalka**	**Brno**
Sjezd	975	**807**	**405**	**516**	**158**	**504**	1098
Nájezd	**1526**	264	318	452	104	258	**1541**
06:00-18:00							
Sjezd	5554	**4359**	**1548**	**2313**	**706**	**2966**	6439
Nájezd	**8903**	1372	683	1827	312	1268	**9519**
18:00-24:00							
Sjezd	1220	**1016**	**454**	**663**	**157**	**638**	1402
Nájezd	**1914**	318	345	559	131	329	**1952**

Tabulka 6-7: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 dle denní doby

6.3 Vstupní údaje

Aktivita	Rozpětí doby trvání činnosti [min]				
	optimistický odhad *a*	modální odhad (06:00–18:00) *m*	modální odhad (18:00-24:00) *m*	modální odhad (00:00–06:00) *m*	pesimistický odhad *b*
Praha	21	32	29	25	38
Mirošovice	20	24	23	21	26
Humpolec	36	42	40	38	45
Jihlava	20	28	26	23	33
Velká Bíteš	26	38	34	30	44
Kývalka	11	18	16	13	21
Brno	11	15	14	12	17
Vyškov	26	37	30	33	42
Hulín	22	31	25	28	35
Přerov	15	18	16	17	20
Lipník nad Bečvou	18	23	20	22	26
Bělotín	16	20	17	19	22
Český Těšín	44	53	47	50	58
Ostrava	31	38	34	36	42
Věřňovice	13	20	16	18	24

Tabulka 6-8: Odhady trvání činností D1 **Zdroj: [travel time ŘSD]**

Aktivita	Rozpětí doby trvání činnosti [min]				
	optimistický odhad *a*	modální odhad (06:00–18:00) *m*	modální odhad (18:00-24:00 *m*	modální odhad (00:00–06:00) *m*	pesimistický odhad *b*
Praha	21	32	29	25	38
Kluk	26	37	30	34	43
Hradec Králové	33	47	38	43	54

Tabulka 6-9: Odhady trvání činností D11 **Zdroj: [travel time ŘSD]**

Aktivita	Rozpětí doby trvání činnosti [min]				
	optimistický odhad *a*	modální odhad (06:00–18:00) *m*	modální odhad (18:00-24:00) *m*	modální odhad (00:00–06:00) *m*	pesimistický odhad *b*
Vys. Mýto	36	49	40	45	55
Opatovec	28	37	31	34	42
Mohelnice	29	38	32	35	43
Olomouc	23	29	25	27	32

Tabulka 6-10: Odhady trvání činností R35 Zdroj: [travel time ŘSD]

Aktivita	Intenzita za den (v tis.)	P sjezdu	konstanta	výsledná P sjezdu
Vyškov	6,231	0,268	0,496	0,764
Hulín	3,601	0,342	0,590	0,932
Přerov	1,700	0,514	0,474	0,988
Lipník nad Bečvou	1,767	0,253	0,363	0,616
Bělotín	5,294	0,051	0,517	0,568
Český Těšín	4,777	0,071	0,723	0,794
Ostrava	4,146	0,265	0,714	0,979
Věřňovice	2,411	0,023	0,805	0,828

Aktivita	Intenzita PŘED za den (v tis.)	Intenzita PO za den (v tis.)	Intenzita hl. sjezdu za den (v tis.)
Vyškov	8,094	3,008	2,755
Hulín	3,042	3,337	1,882
Přerov	3,555	2,447	1,423
Lipník nad Bečvou	7,495	5,945	2,440
Bělotín	4,643	3,935	2,217
Český Těšín	3,638	0,256	1,408
Ostrava	4,216	1,974	2,210
Věřňovice	1,881	1,734	1,455

Tabulka 6-11: výpočet pravděpodobnosti sjezdu z dálnice D1

Aktivita	Intenzita za den (v tis.)	P sjezdu	konstanta	výsledná P sjezdu
Kluk	7,717	0,362	0,295	0,657
Hradec Králové	3,612	0,035	0,930	0,965

Aktivita	Intenzita PŘED za den (v tis.)	Intenzita PO za den (v tis.)	Intenzita hl. sjezdu za den (v tis.)

Kluk	7,795	7,805	2,302
Hradec Králové	3,827	5,871	4,509

Tabulka 6-12: výpočet pravděpodobnosti sjezdu z dálnice D11

Aktivita	Intenzita za den (v tis.)	P sjezdu	konstanta	výsledná P sjezdu
Vysoké Mýto	3,092	0,147	0,114	0,261
Opatovec	4,159	0,085	0,376	0,461
Mohelnice	3,510	0,073	0,279	0,352
Olomouc	4,064	0,394	0,598	0,992
Lipník nad Bečvou	1,767	0,253	0,363	0,616

Aktivita	Intenzita PŘED za den (v tis.)	Intenzita PO za den (v tis.)	Intenzita hl. sjezdu za den (v tis.)
Vysoké Mýto	6,271	6,309	0,717
Opatovec	3,644	4,151	1,465
Mohelnice	4,219	5,315	1,331
Olomouc	6,900	9,525	4,913
Lipník nad Bečvou	7,495	5,945	2,440

Tabulka 6-13: výpočet pravděpodobnosti sjezdu z dálnice R35

Nájezdy	Intenzita za 24h	Intenzita v obou směrech za den (6:00-18:00) [koef. 0,693]	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
Vyškov	2 754	1 909	954,3	0,66	1,509
Hulín	1 881	1 304	651,8	0,45	2,209
Přerov	1 423	986	493,1	0,34	2,920
Lipník nad Bečvou	2 440	1 691	845,5	0,59	1,703
Bělotín	2 217	1 536	768,2	0,53	1,875
Český Těšín	1 407	975	487,5	0,34	2,954
Ostrava	2 210	1 532	765,8	0,53	1,880
Věřňovice	1 455	1 008	504,2	0,35	2,856

Tabulka 6-14: interval mezi najíždějícími vozidly na D1 v období 06:00 – 18:00

Nájezdy	Intenzita za 24h	Intenzita v obou směrech za noc (18:00-24:00) [koef. 0,176]	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
Vyškov	2 754	485	242,4	0,17	5,942
Hulín	1 881	331	165,5	0,11	8,699
Přerov	1 423	250	125,2	0,09	11,499

Lipník nad Bečvou	2 440	429	214,7	0,15	6,706
Bělotín	2 217	390	195,1	0,14	7,381
Český Těšín	1 407	248	123,8	0,09	11,630
Ostrava	2 210	389	194,5	0,14	7,404
Věřňovice	1 455	256	128,0	0,09	11,246

Tabulka 6-15: interval mezi najíždějícími vozidly na D1 v období 18:00 – 24:00

Nájezdy	Intenzita za 24h	Intenzita v obou směrech za den (00:00-6:00) [koef. 0,131]	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
Vyškov	2 754	361	180,4	0,13	7,983
Hulín	1 881	246	123,2	0,09	11,688
Přerov	1 423	186	93,2	0,06	15,450
Lipník nad Bečvou	2 440	320	159,8	0,11	9,010
Bělotín	2 217	290	145,2	0,10	9,916
Český Těšín	1 407	184	92,2	0,06	15,625
Ostrava	2 210	290	144,8	0,10	9,948
Věřňovice	1 455	191	95,3	0,07	15,110

Tabulka 6-16: interval mezi najíždějícími vozidly na D1 v období 00:00 – 06:00

Nájezdy	Intenzita za 24h	Intenzita v obou směrech za den (6:00-18:00) [koef. 0,693]	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
Kluk	2 302	1 595	797,6	0,55	1,805
Hradec Králové	4 509	3 125	1 562,4	1,08	0,922

Tabulka 6-17: interval mezi najíždějícími vozidly na D11 v období 06:00 – 18:00

Nájezdy	Intenzita za 24h	Intenzita v obou směrech za noc (18:00-24:00) [koef. 0,176]	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
Kluk	2 302	405	202,6	0,14	7,108
Hradec Králové	4 509	794	396,8	0,28	3,629

Tabulka 6-18: interval mezi najíždějícími vozidly na D11 v období 18:00 – 24:00

Nájezdy	Intenzita za 24h	Intenzita v obou směrech za den (00:00-6:00) [koef. 0,131]	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
Kluk	2 302	302	150,8	0,10	9,550
Hradec Králové	4 509	591	295,3	0,21	4,876

Tabulka 6-19: interval mezi najíždějícími vozidly na D11 v období 00:00 – 06:00

Nájezdy	Intenzita za 24h	Intenzita v obou směrech za den (6:00-18:00) [koef. 0,693]	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
Vysoké Mýto	717	497	248,4	0,17	5,796
Opatovec	1 465	1 015	507,6	0,35	2,837
Mohelnice	1 331	922	461,2	0,32	3,122
Olomouc	4 913	3 405	1 702,4	1,18	0,846
Lipník nad Bečvou	2 440	1 691	845,5	0,59	1,703

Tabulka 6-20: interval mezi najíždějícími vozidly na R35 v období 06:00 – 18:00

Nájezdy	Intenzita za 24h	Intenzita v obou směrech za noc (18:00-24:00) [koef. 0,176]	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
Vysoké Mýto	717	126	63,1	0,04	22,822
Opatovec	1 465	258	128,9	0,09	11,170
Mohelnice	1 331	234	117,1	0,08	12,294
Olomouc	4 913	865	432,3	0,30	3,331
Lipník nad Bečvou	2 440	429	214,7	0,15	6,706

Tabulka 6-21: interval mezi najíždějícími vozidly na R35 v období 18:00 – 24:00

Nájezdy	Intenzita za 24h	Intenzita v obou směrech za den (00:00-6:00) [koef. 0,131]	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
Vysoké Mýto	717	94	47,0	0,03	30,662
Opatovec	1 465	192	96,0	0,07	15,007
Mohelnice	1 331	174	87,2	0,06	16,517
Olomouc	4 913	644	321,8	0,22	4,475
Lipník nad Bečvou	2 440	320	159,8	0,11	9,010

Tabulka 6-22: interval mezi najíždějícími vozidly na R35 v období 00:00 – 06:00

6.4 Výsledky

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Mirošovice	0,03	0,01	18%	Mirošovice	1 272
Queue for Humpolec	0,13	0,03	36%	Humpolec	1 133
Queue for Jihlava	0,06	0,01	28%	Jihlava	1 450
Queue for Velká Bíteš	0,06	0,01	26%	Velká Bíteš	1 272
Queue for Kývalka	0,03	0,01	16%	Kývalka	1 667
Queue for Brno	0,02	0,01	12%	Brno	1 718
Queue for Kývalka2	0,03	0,01	16%	Kývalka	1 667
Queue for Velká Bíteš2	0,06	0,01	26%	Velká Bíteš	1 272
Queue for Jihlava2	0,06	0,03	28%	Jihlava	1 450
Queue for Humpolec2	0,13	0,02	36%	Humpolec	1 133
Queue for Mirošovice2	0,04	0,01	18%	Mirošovice	1 272
Queue for Praha2	0,02	0,01	13%	Praha	1 392
Queue for Brno2	0,00	0,00	12%	Brno	1 718
Queue for Vyškov	0,03	0,01	17%	Vyškov	614
Queue for Hulín	0,01	0,00	9%	Hulín	191
Queue for Přerov	0,03	0,00	7%	Přerov	139
Queue for Lipník nad Bečvou2 (směr z Hulína)	0,00	0,00	9%	Lipník nad Bečvou	226
Queue for Bělotín	0,08	0,00	11%	Bělotín	217
Queue for Český Těšín	0,05	0,00	13%	Český Těšín	139
Queue for Ostrava	0,04	0,00	12%	Ostrava	206
Queue for Věřňovice	0,00	0,00	4%	Věřňovice	111
Queue for Vyškov2 (ze směru Hulín)	0,09	0,00	17%	Vyškov	614
Queue for Vyškov3 (ze směru Olomouc)	0,00	0,00	17%	Vyškov	614
Queue for Hulín2	0,00	0,00	9%	Hulín	191
Queue for Přerov2	0,01	0,00	7%	Přerov	139
Queue for Lipník nad Bečvou3 (směr z Bělotína)	0,07	0,00	9%	Lipník nad Bečvou	226
Queue for Bělotín2	0,19	0,00	11%	Bělotín	217

(směr z Ostravy)					
Queue for Bělotín3 (směr z Čes. Těšína)	0,04	0,00	11%	Bělotín	217
Queue for Ostrava2 (směr z Věřňovic)	0,06	0,00	12%	Ostrava	206

Tabulka 6-23: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D1 (00:00 – 06:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Kluk	0,04	0,01	15%	Kluk	443
Queue for Hradec Králové (směr z Kluku)	0,03	0,00	18%	Hradec Králové	415
Queue for Kluk2	0,01	0,00	15%	Kluk	443
Queue for Hradec Králové2 (směr z Vysokého Mýta)	0,05	0,00	18%	Hradec Králové	415
Queue for Praha3	0,01	0,00	13%	Praha	1 392

Tabulka 6-24: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D11 (00:00 – 06:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Vysoké Mýto	0,00	0,00	6%	Vysoké Mýto	93
Queue for Opatovec	0,03	0,00	10%	Opatovec	201
Queue for Mohelnice	0,05	0,00	8%	Mohelnice	168
Queue for Olomouc	0,03	0,00	15%	Olomouc	441
Queue for Olomouc2 (směr z Ostravy)	0,08	0,00	15%	Olomouc	441
Queue for Mohelnice2 (směr z Olomouce)	0,23	0,00	8%	Mohelnice	168
Queue for Opatovec2	0,03	0,00	10%	Opatovec	201
Queue for Vysoké Mýto2	0,00	0,00	6%	Vysoké Mýto	93

Tabulka 6-25: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na R35 (00:00 – 06:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Mirošovice	0,12	0,25	76%	Mirošovice	10 569
Queue for Humpolec	0,41	0,31	93%	Humpolec	5 710
Queue for Jihlava	0,15	0,08	73%	Jihlava	7 790

Queue for Velká Bíteš	0,19	0,14	88 %	Velká Bíteš	8 341
Queue for Kývalka	0,07	0,09	71%	Kývalka	13 839
Queue for Brno	0,06	0,09	70%	Brno	19 193
Queue for Kývalka2	0,13	0,31	71%	Kývalka	13 839
Queue for Velká Bíteš2	**1,21**	1,8	88%	Velká Bíteš	8 341
Queue for Jihlava2	0,25	0,24	73%	Jihlava	7790
Queue for Humpolec2	**2,48**	1,8	93%	Humpolec	5 710
Queue for Mirošovice2	0,41	0,23	76%	Mirošovice	10 569
Queue for Praha2	0,1	0,02	82%	Praha	16 279
Queue for Brno2	0,07	0,01	70%	Brno	19 193
Queue for Vyškov	0,51	0,70	79%	Vyškov	5 480
Queue for Hulín	0,16	0,01	35%	Hulín	1 494
Queue for Přerov	0,08	0,00	26%	Přerov	1 059
Queue for Lipník nad Bečvou2 (směr z Hulína)	0,00	0,00	32%	Lipník nad Bečvou	1 548
Queue for Bělotín	0,17	0,01	41%	Bělotín	1 521
Queue for Český Těšín	0,32	0,02	41%	Český Těšín	858
Queue for Ostrava	0,22	0,00	43%	Ostrava	1 465
Queue for Věřňovice					
Queue for Vyškov2 (ze směru Hulín)	**2,61**	0,03	79%	Vyškov	5480
Queue for Vyškov3 (ze směru Olomouc)	**3,92**	0,02	79%	Vyškov	5480
Queue for Hulín2	0,01	0,00	35%	Hulín	1 494
Queue for Přerov2	0,11	0,01	26%	Přerov	1 059
Queue for Lipník nad Bečvou3 (směr z Bělotína)	0,10	0,01	32%	Lipník nad Bečvou	1 548
Queue for Bělotín2 (směr z Ostravy)	0,41	0,00	41%	Bělotín	1 521
Queue for Bělotín3 (směr z Čes. Těšína)	0,23	0,02	41%	Bělotín	1 521
Queue for Ostrava2 (směr z Věřňovic)	0,26	0,01	43%	Ostrava	1 465

Tabulka 6-26: průměrné časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na D1 (00:60 – 18:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit

Queue for Kluk	0,45	0,42	71%	Kluk	3 933
Queue for Hradec Králové (směr z Kluku)	0,22	0,04	60%	Hradec Králové	2 630
Queue for Kluk2	**1,06**	0,02	71%	Kluk	3 933
Queue for Hradec Králové2 (směr z Vysokého Mýta)	0,38	0,03	60%	Hradec Králové	2 630
Queue for Praha3	0,10	0,02	82%	Praha	16 279

Tabulka 6-27: průměrné časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na D11 (00:60 – 18:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Vysoké Mýto	0,17	0,01	29%	Vysoké Mýto	900
Queue for Opatovec	0,13	0,01	37%	Opatovec	1 496
Queue for Mohelnice	0,11	0,01	31%	Mohelnice	1 200
Queue for Olomouc	0,18	0,02	54%	Olomouc	3 086
Queue for Olomouc2	0,18	0,02	54%	Olomouc	3 086
Queue for Mohelnice2	0,24	0,00	31%	Mohelnice	1 200
Queue for Opatovec2	0,16	0,01	37%	Opatovec	1 496
Queue for Vysoké Mýto2	0,13	0,01	29%	Vysoké Mýto	900

Tabulka 6-28: průměrné časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na R35 (00:60 – 18:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Mirošovice	0,02	0,03	23%	Mirošovice	1 644
Queue for Humpolec	0,13	0,03	43%	Humpolec	1 384
Queue for Jihlava	0,06	0,01	34%	Jihlava	1 823
Queue for Velká Bíteš	0,06	0,02	31%	Velká Bíteš	1 612
Queue for Kývalka	0,03	0,01	20%	Kývalka	2 162
Queue for Brno	0,02	0,01	15%	Brno	2 279
Queue for Kývalka2	0,03	0,01	20%	Kývalka	2 162
Queue for Velká Bíteš2	0,10	0,04	31%	Velká Bíteš	1 612
Queue for Jihlava2	0,07	0,04	34%	Jihlava	1 823
Queue for Humpolec2	0,16	0,05	43%	Humpolec	1 384
Queue for Mirošovice2	0,04	0,01	23%	Mirošovice	1 644
Queue for Praha2	0,03	0,01	16%	Praha	1 810

Queue for Brno2	0,01	0,00	15%	Brno	2 279
Queue for Vyškov	0,05	0,03	21%	Vyškov	809
Queue for Hulín	0,03	0,00	11%	Hulín	255
Queue for Přerov	0,00	0,00	9%	Přerov	182
Queue for Lipník nad Bečvou2 (směr z Hulína)	0,00	0,00	11%	Lipník nad Bečvou	289
Queue for Bělotín	0,04	0,00	15%	Bělotín	286
Queue for Český Těšín	0,14	0,00	16%	Český Těšín	175
Queue for Ostrava	0,09	0,00	14%	Ostrava	258
Queue for Věřňovice	0,00	0,00	6%	Věřňovice	152
Queue for Vyškov2 (ze směru Hulín)	0,00	0,00	21%	Vyškov	809
Queue for Vyškov3 (ze směru Olomouc)	0,00	0,00	21%	Vyškov	809
Queue for Hulín2	0,00	0,00	11%	Hulín	255
Queue for Přerov2	0,01	0,00	9%	Přerov	182
Queue for Lipník nad Bečvou3 (směr z Bělotína)	0,03	0,00	11%	Lipník nad Bečvou	289
Queue for Bělotín2 (směr z Ostravy)	0,41	0,00	15%	Bělotín	286
Queue for Bělotín3 (směr z Čes. Těšína)	0,01	0,00	15%	Bělotín	286
Queue for Ostrava2 (směr z Věřňovic)	0,06	0,00	14%	Ostrava	258

Tabulka 6-29: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D1 (18:00 – 24:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Kluk	0,04	0,00	19%	Kluk	572
Queue for Hradec Králové (směr z Kluku)	0,06	0,01	21%	Hradec Králové	513
Queue for Kluk2	0,06	0,00	19%	Kluk	572
Queue for Hradec Králové2 (směr z Vysokého Mýta)	0,12	0,01	21%	Hradec Králové	513
Queue for Praha3	0,01	0,00	16%	Praha	1 810

Tabulka 6-30: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D11 (18:00 – 24:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Vysoké Mýto	0,00	0,00	8%	Vysoké Mýto	126
Queue for Opatovec	0,03	0,00	11%	Opatovec	247
Queue for Mohelnice	0,04	0,00	10%	Mohelnice	200
Queue for Olomouc	0,04	0,00	19%	Olomouc	590
Queue for Olomouc2	0,07	0,00	19%	Olomouc	590
Queue for Mohelnice2	0,00	0,00	10%	Mohelnice	200
Queue for Opatovec2	0,06	0,00	11%	Opatovec	247
Queue for Vysoké Mýto2	0,02	0,00	8%	Vysoké Mýto	126

Tabulka 6-31: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na R35 (18:00 – 24:00)

00:00-06:00	**Praha**	**Mirošovice**	**Humpolec**	**Jihlava**	**Velká Bíteš**	**Kývalka**	**Brno**
Sjezd	502	**651**	319	**469**	113	**354**	504
Nájezd	**1 013**	256	**322**	453	**120**	274	**1027**
06:00-18:00							
Sjezd	5 699	**5 329**	**1 642**	**2 451**	**729**	**3 160**	5 843
Nájezd	**13 037**	1 198	523	2098	274	1 414	**13 372**
18:00-24:00							
Sjezd	638	**871**	379	575	144	**473**	698
Nájezd	**1 242**	331	**360**	**589**	**153**	361	**1 366**

Tabulka 6-32: Tabulka – počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 dle denní doby

00:00-06:00	**Vyškov**	**Hulín**	**Přerov**	**Lipník n/B**	**Bělotín**	**Český Těšín**	**Ostrava**	**Věřňo-vice**
Sjezd	**482**	**178**	**139**	157	**165**	**115**	**200**	92
Nájezd	216	142	111	**196**	143	114	166	**110**
06:00-18:00								
Sjezd	570	**1 395**	877	980	1 064	689	**1 440**	807
Nájezd	**4 187**	1 072	**1 109**	**1 367**	**1 109**	**714**	1 135	**980**
18:00-24:00								
Sjezd	279	**236**	**180**	191	198	141	249	120
Nájezd	**619**	193	144	**249**	**213**	**143**	**202**	**150**

Tabulka 6-33: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 dle denní doby

00:00-06:00	**Kluk**	**Hradec Králové**	**Vysoké Mýto**	**Opatovec**	**Mohelnice**	**Olomouc**
Sjezd	**296**	**397**	20	91	**55**	**434**
Nájezd	154	308	**40**	**109**	100	315
06:00-18:00						
Sjezd	606	**2 525**	234	684	414	**3 043**

Nájezd	**2 611**	1 610	**430**	**770**	**797**	2 022
18:00-24:00						
Sjezd	**379**	374	27	110	67	**581**
Nájezd	202	**494**	**59**	**126**	**118**	417

Tabulka 6-34: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D11 a R35 dle denní doby

Příloha D - údaje k modelu hlavních tahů v ČR

6.5 Vstupní údaje

Aktivita	Rozpětí doby trvání činnosti [min]				
	optim. odhad *a*	modální odhad (06:00–18:00) *m*	modální odhad (18:00-24:00) *m*	modální odhad (00:00–06:00) *m*	pesim. odhad *b*
D2					
Hustopeče	24	29	26	28	32
Břeclav	23	30	25	28	33
Brodské	7	10	8	9	12
D3					
Votice	45	72	54	64	86
Tábor	24	39	29	34	46
Veselí nad Lužnicí	23	32	26	29	37
České Budějovice	26	38	30	34	44
Dolní Dvořiště	35	50	40	46	58
D5					
Plzeň	64	95	75	86	111
Bor	18	25	21	23	29
Rozvadov	21	30	24	27	34
D8					
Kralupy nad Vltavou	24	36	28	32	42
Lovosice	16	24	19	22	28
Teplice	22	32	25	29	37
Ústí nad Labem	18	29	22	26	35
Krásný Les	26	39	31	35	46
R10					
Mladá Boleslav	45	65	52	59	75
Turnov	20	35	25	31	43
Harrachov	54	70	60	65	78
R35 pokračování					
Turnov	62	79	68	73	87
Liberec	15	26	19	23	32
Hrádek nad Nisou	15	21	17	19	24

Tabulka 6-35: Odhady trvání činností **Zdroj: [travel time ŘSD]**

Aktivita		Intenzita za den (v tis.)	P sjezdu	konstanta	výsledná P sjezdu
D2	Hustopeče	9,071	0,149	0,110	0,259
	Břeclav	6,714	0,091	0,547	0,638
	Brodské	5,589	0,021	0,026	0,117
D3	Votice	3,579	0,007	0,273	0,280
	Tábor	3,527	0,029	0,613	0,641
	Veselí nad Lužnicí	3,737	0,072	0,206	0,278
	české Budějovice	3,235	0,000	0,854	0,854
	Dolní Dvořiště	3,237	0,000	0,229	0,229

Aktivita		Intenzita PŘED za den (v tis.)	Intenzita PO za den (v tis.)	Intenzita hl. sjezdu za den (v tis.)
D2	Hustopeče	7,258	6,758	0,768
	Břeclav	6,670	5,589	3,351
	Brodské	5,589	5,523	0,143
D3	Votice	3,943	3,216	0,976
	Tábor	3,312	4,017	2,245
	Veselí nad Lužnicí	4,085	2,596	0,687
	české Budějovice	3,214	4,174	3,153
	Dolní Dvořiště	1,584	1,477	0,350

Tabulka 6-36: výpočet pravděpodobnosti sjezdu z dálnice D2 a D3

Aktivita		Intenzita za den (v tis.)	P sjezdu	konstanta	výsledná P sjezdu
D5	Plzeň	9,588	0,149	0,299	0,448
	Bor	7,095	0,194	0,302	0,496
	Rozvadov	4,793	0,194	0,108	0,302
D8	Kralupy nad Vltavou	11,370	0,310	0,341	0,652
	Lovosice	5,987	0,025	0,953	0,978
	Teplice	5,699	0,026	0,831	0,857
	Ústí nad Labem	5,411	0,021	0,885	0,906
	Krásný Les	5,188	0,021	0,040	0,061

Aktivita		Intenzita PŘED za den (v tis.)	Intenzita PO za den (v tis.)	Intenzita hl. sjezdu za den (v tis.)
D2	Plzeň	8,633	6,592	2,275
	Bor	6,186	4,75	1,652
	Rozvadov	4,203	5,427	0,520
D8	Kralupy nad Vltavou	9,837	8,169	3,074
	Lovosice	4,520	3,948	4,035
	Teplice	2,157	2,104	1,770
	Ústí nad Labem	5,384	5,808	4,951
	Krásný Les	5,052	5,188	0,206

Tabulka 6-37: výpočet pravděpodobnosti sjezdu z dálnice D5 a D8

Aktivita		Intenzita za den (v tis.)	P sjezdu	konstanta	výsledná P sjezdu
R10	Mladá Boleslav	7,395	0,177	0,282	0,459
	Turnov	5,169	0,589	0,402	0,992
	Harrachov	1,336	0,410	0,561	0,971
R35	Turnov	3,366	0,142	0,303	0,445
	Liberec	4,479	0,383	0,334	0,717
	Hrádek nad Nisou	1,999	0,383	0,599	0,982

Aktivita		Intenzita PŘED za den (v tis.)	Intenzita PO za den (v tis.)	Intenzita hl. sjezdu za den (v tis.)
R10	Mladá Boleslav	7,489	6,714	2,004
	Turnov	3,982	4,144	1,635
	Harrachov	0,756	0,573	0,373
R35	Turnov	1,989	2,922	0,745
	Liberec	3,938	3,273	1,206
	Hrádek nad Nisou	0,798	0,314	0,333

Tabulka 6-38: výpočet pravděpodobnosti sjezdu z rychlostní komunikace R10 a R35

	Nájezdy	Intenzita za 24h	Intenzita v obou směrech za den (06:00-18:00) [koef. 0,693]	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
D2	Hustopeče	9 071	6 258,99	3 129,50	2,17	0,460
	Břeclav	6 714	4 632,66	2 316,33	1,61	0,622
	Brodské	5 589	3 856,41	1 928,21	1,34	0,747
D3	Votice	3 579	2 469,51	1 234,76	0,86	1,166
	Tábor	3 527	2 433,63	1 216,82	0,85	1,183
	Veselí nad Lužnicí	3 737	2 578,53	1 289,27	0,90	1,117
	české Budějovice	3 235	2 232,15	1 116,08	0,78	1,290
	Dolní Dvořiště	3 237	2233,53	1 116,77	0,78	1,289
D5	Plzeň	9 588	6 615,72	3 307,86	2,30	0,435
	Bor	7 095	4 895,55	2 447,78	1,70	0,588
	Rozvadov	4 793	3 307,17	1 653,59	1,15	0,871
D8	Kralupy nad Vltavou	11 370	7 845,30	3 922,65	2,72	0,367
	Lovosice	5 987	4 131,03	2 065,52	1,43	0,697
	Teplice	5 699	3 932,31	1 966,16	1,37	0,732
	Ústí nad Labem	5 411	3 733,59	1 866,80	1,30	0,771
	Krásný Les	5 188	3 579,72	1 789,86	1,24	0,805

Tabulka 6-39: interval mezi najíždějícími vozidly na D2, D3, D5 a D8 v období 06:00 – 18:00

	Nájezdy	Intenzita za 24h	Intenzita v obou směrech za den (6:00-18:00) [koef. 0,693]	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
R10	Mladá Boleslav	7 395	5 102,55	2 551,28	1,77	0,564
	Turnov	5 169	3 566,61	1 783,31	1,24	0,807

	Harrachov	1 336	921,84	460,92	0,32	3,124
R35	Turnov	3 366	2 322,54	1 161,27	0,81	1,240
	Liberec	4 479	3 090,51	1 545,26	1,07	0,932
	Hrádek nad Nisou	1 999	1 379,31	689,66	0,48	2,088

Tabulka 6-40: interval mezi najíždějícími vozidly na R10 a R35 v období 06:00 – 18:00

	Nájezdy	**Intenzita za 24h**	**Intenzita v obou směrech za večer (18:00-24:00) [koef. 0,176]**	**Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)**	**Intenzita za minutu**	**Interval [min]**
D2	Hustopeče	9 071	1 600,12	800,06	0,56	1,800
	Břeclav	6 714	1 184,35	592,17	0,41	2,432
	Brodské	5 589	985,90	492,95	0,34	2,921
D3	Votice	3 579	631,34	315,67	0,22	4,562
	Tábor	3 527	622,16	311,08	0,22	4,629
	Veselí nad Lužnicí	3 737	659,21	329,60	0,23	4,369
	české Budějovice	3 235	570,65	285,33	0,20	5,047
	Dolní Dvořiště	3 237	571,01	285,50	0,20	5,044
D5	Plzeň	9 588	1 691,32	845,66	0,59	1,703
	Bor	7 095	1 251,56	625,78	0,43	2,301
	Rozvadov	4 793	845,49	422,74	0,29	3,406
D8	Kralupy nad Vltavou	11 370	2 005,67	1 002,83	0,70	1,436
	Lovosice	5 987	1 056,11	528,05	0,37	2,727
	Teplice	5 699	1 005,30	502,65	0,35	2,865
	Ústí nad Labem	5 411	954,50	477,25	0,33	3,017
	Krásný Les	5 188	915,16	457,58	0,32	3,147

Tabulka 6-41: interval mezi najíždějícími vozidly na D2, D3, D5 a D8 v období 18:00-24:00

	Nájezdy	Intenzita za 24h	Intenzita v obou směrech za den (18:00-24:00) [koef. 0, 0,176]	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
R10	Mladá Boleslav	7 395	1 304,48	652,24	0,45	2,208
	Turnov	5 169	911,81	455,91	0,32	3,159
	Harrachov	1 336	235,67	117,84	0,08	12,220
R35	Turnov	3 366	593,76	296,88	0,21	4,850
	Liberec	4 479	790,10	395,05	0,27	3,645
	Hrádek nad Nisou	1 999	352,62	176,31	0,12	8,167

Tabulka 6-42: interval mezi najíždějícími vozidly na R10 a R35 v období 18:00-24:00

	Nájezdy	Intenzita za 24h	Intenzita v obou směrech za večer (00:00-06:00) [koef. 0,131]	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
D2	Hustopeče	9 071	1 188,30	594,15	0,41	2,424
	Břeclav	6 714	879,53	439,77	0,31	3,274
	Brodské	5 589	732,16	366,08	0,25	3,934
D3	Votice	3 579	468,85	234,42	0,16	6,143
	Tábor	3 527	462,04	231,02	0,16	6,233
	Veselí nad Lužnicí	3 737	489,55	244,77	0,17	5,883
	České Budějovice	3 235	423,79	211,89	0,15	6,796
	Dolní Dvořiště	3 237	424,05	212,02	0,15	6,792
D5	Plzeň	9 588	1 256,03	628,01	0,44	2,293
	Bor	7 095	929,45	464,72	0,32	3,099
	Rozvadov	4 793	627,88	313,94	0,22	4,587
D8	Kralupy nad Vltavou	11 370	1 489,47	744,74	0,52	1,934

	Lovosice	5 987	784,30	392,15	0,27	3,672
	Teplice	5 699	746,57	373,28	0,26	3,858
	Ústí nad Labem	5 411	708,84	354,42	0,25	4,063
	Krásný Les	5 188	679,63	339,81	0,24	4,238

Tabulka 6-43: interval mezi najíždějícími vozidly na D2, D3, D5 a D8 v období 00:00-06:00

	Nájezdy	Intenzita za 24h	Intenzita v obou směrech za den (00:00-06:00) [koef. 0,131]	Intenzita nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Intenzita za minutu	Interval [min]
R10	Mladá Boleslav	7 395	968,75	484,37	0,34	2,973
	Turnov	5 169	677,14	338,57	0,24	4,253
	Harrachov	1 336	175,02	87,51	0,06	16,456
R35	Turnov	3 366	440,95	220,47	0,15	6,531
	Liberec	4 479	586,75	293,37	0,20	4,908
	Hrádek nad Nisou	1 999	261,87	130,93	0,09	10,998

Tabulka 6-44: interval mezi najíždějícími vozidly na R10 a R35 v období (00:00-06:00)

6.6 Výsledky

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Mirošovice	0,04	0,01	20%	Mirošovice	1 416
Queue for Humpolec	0,13	0,03	39%	Humpolec	1 211
Queue for Jihlava	0,05	0,01	28%	Jihlava	1 443
Queue for Velká Bíteš	0,05	0,02	25%	Velká Bíteš	1 220
Queue for Kývalka	0,03	0,00	17%	Kývalka	1 733
Queue for Brno	0,02	0,01	15%	Brno	2 166
Queue for Kývalka2	0,03	0,01	17%	Kývalka	1 733
Queue for Velká Bíteš2	0,06	0,01	25%	Velká Bíteš	1 220
Queue for Jihlava2	0,06	0,02	28%	Jihlava	1 443
Queue for Humpolec2	0,17	0,03	39%	Humpolec	1 211

Queue for Mirošovice2	0,04	0,02	20%	Mirošovice	1 416
Queue for Praha2	0,03	0,01	18%	Praha	1 844
Queue for Brno2	0,01	0,00	15%	Brno	2 166
Queue for Vyškov	0,04	0,01	16%	Vyškov	566
Queue for Hulín	0,01	0,00	9%	Hulín	189
Queue for Přerov	0,04	0,00	7%	Přerov	136
Queue for Lipník nad Bečvou2 (směr z Hulína)	0,00	0,00	9%	Lipník nad Bečvou	213
Queue for Bělotín	0,02	0,00	11%	Bělotín	213
Queue for Český Těšín	0,05	0,00	10%	Český Těšín	111
Queue for Ostrava	0,09	0,00	11%	Ostrava	198
Queue for Věřňovice	0,00	0,00	4%	Věřňovice	90
Queue for Vyškov2 (ze směru Hulín)	0,09	0,00	16%	Vyškov	566
Queue for Vyškov3 (ze směru Olomouc)	0,00	0,00	16%	Vyškov	566
Queue for Hulín2	0,00	0,00	9%	Hulín	189
Queue for Přerov2	0,00	0,00	7%	Přerov	136
Queue for Lipník nad Bečvou3 (směr z Bělotína)	0,03	0,00	9%	Lipník nad Bečvou	213
Queue for Bělotín2 (směr z Ostravy)	0,09	0,00	11%	Bělotín	213
Queue for Bělotín3 (směr z Čes. Těšína)	0,02	0,00	11%	Bělotín	213
Queue for Ostrava2 (směr z Věřňovic)	0,06	0,00	11%	Ostrava	198

Tabulka 6-45: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D1 a R48 (00:00 – 06:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Hustopeče	0,03	0,00	21%	Hustopeče	1 331
Queue for Břeclav	0,03	0,01	28%	Břeclav	1 641
Queue for Brodské	0,01	0,00	10%	Brodské	731
Queue for Břeclav2	0,03	0,01	28%	Břeclav	1 641
Queue for Hustopeče2	0,03	0,00	21%	Hustopeče	1 331
Queue for Brno4 (směr z Hustopeče)	0,01	0,00	15%	Brno	2 175

Queue for Votice	**2,98**	0,13	76%	Votice	209
Queue for Tábor	0,91	0,04	55%	Tábor	286
Queue for Veselí nad Lužnicí	0,65	0,02	39%	Veselí nad Lužnicí	237
Queue for České Budějovice	0,72	0,04	48%	České Budějovice	249
Queue for Dolní Dvořiště	0,59	0,01	42%	Dolní Dvořiště	165
Queue for České Budějovice2	0,97	0,02	48%	České Budějovice	249
Queue for Veselí nad Lužnicí2	0,25	0,00	39%	Veselí nad Lužnicí	237
Queue for Tábor2	**1,08**	0,04	55%	Tábor	286
Queue for Votice2	**6,46**	0,23	76%	Votice	209
Queue for Plzeň	**4,01**	0,19	94%	Plzeň	292
Queue for Bor	0,34	0,01	53%	Bor	616
Queue for Rozvadov	0,82	0,07	53%	Rozvadov	345
Queue for Bor2	0,37	0,05	53%	Bor	616
Queue for Plzeň2	**17,09**	1,46	94%	Plzeň	292
Queue for Praha5	0,01	0,00	18%	Praha	1 844
Queue for Kralupy nad Vltavou	0,00	0,00	35%	Kralupy nad Vltavou	586
Queue for Lovosice	0,04	0,00	24%	Lovosice	596
Queue for Teplice	0,11	0,03	47%	Teplice	1 437
Queue for Ústí nad Labem	0,09	0,01	27%	Ústí nad Labem	655
Queue for Krásný Les	0,94	0,01	50%	Krásný Les	252
Queue for Ústí nad Labem2	0,07	0,00	27%	Ústí nad Labem	655
Queue for Teplice2	0,14	0,04	47%	Teplice	1 437
Queue for Lovosice2	0,13	0,01	24%	Lovosice	596
Queue for Kralupy nad Vltavou2	0,26	0,00	35%	Kralupy nad Vltavou	586
Queue for Praha6	0,02	0,00	18%	Praha	1 893
Queue for Mladá Boleslav	0,00	0,00	33%	Mladá Boleslav	601
Queue for Turnov	0,11	0,01	29%	Turnov	658
Queue for Harrachov	**4,51**	0,42	71%	Harrachov	135
Queue for Turnov2	0,16	0,00	29%	Turnov	658
Queue for Mladá Boleslav2	0,16	0,02	33%	Mladá Boleslav	601

Queue for Praha7	0,02	0,00	18%	Praha	1 844

Tabulka 6-46: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů na D2. D3, D5, D8 a R10 (00:00 – 06:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Kluk	0,07	0,02	21%	Kluk	606
Queue for Hradec Králové (směr z Kluku)	0,09	0,01	24%	Hradec Králové	560
Queue for Kluk2	0,05	0,00	21%	Kluk	606
Queue for Hradec Králové2 (směr z Vysokého Mýta)	0,08	0,00	24%	Hradec Králové	560
Queue for Praha3	0,01	0,00	18%	Praha	1 844
Queue for Hradec Králové2 (směr z Turnova)	0,11	0,05	24%	Hradec Králové	560

Tabulka 6-47: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D11 (00:00 – 06:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Vysoké Mýto	0,04	0,00	11%	Vysoké Mýto	176
Queue for Opatovec	0,04	0,00	11%	Opatovec	234
Queue for Mohelnice	0,02	0,00	8%	Mohelnice	158
Queue for Olomouc	0,02	0,00	16%	Olomouc	466
Queue for Olomouc2	0,04	0,00	16%	Olomouc	466
Queue for Mohelnice2	0,33	0,00	8%	Mohelnice	158
Queue for Opatovec2	0,03	0,00	11%	Opatovec	234
Queue for Vysoké Mýto2	0,06	0,00	11%	Vysoké Mýto	176
Queue for Hradec Králové2 (směr z Vysokého Mýta)	0,06	0,00	24%	Hradec Králové	560
Queue for Turnov3 (směr z Hr.Králové)	0,13	0,02	29%	Turnov	658
Queue for Liberec	0,04	0,00	13%	Liberec	311
Queue for Hrádek nad Nisou	0,20	0,00	19%	Hrádek nad Nisou	181
Queue for Liberec2	0,00	0,00	13%	Liberec	311
Queue for Turnov4	0,21	0,01	29%	Turnov	658

Tabulka 6-48: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na R35 (00:00 – 06:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Mirošovice	0,08	0,11	57%	Mirošovice	7 938
Queue for Humpolec	0,32	0,17	85%	Humpolec	5 207
Queue for Jihlava	0,14	0,07	71%	Jihlava	7 025
Queue for Velká Bíteš	0,15	0,09	73%	Velká Bíteš	6 846
Queue for Kývalka	0,06	0,05	53%	Kývalka	10 310
Queue for Brno	0,05	0,05	51%	Brno	14 003
Queue for Kývalka2	0,07	0,11	53%	Kývalka	10 310
Queue for Velká Bíteš2	0,43	0,47	73%	Velká Bíteš	6 846
Queue for Jihlava2	0,21	0,20	71%	Jihlava	7 025
Queue for Humpolec2	0,96	0,64	85%	Humpolec	5 207
Queue for Mirošovice2	0,14	0,07	57%	Mirošovice	7 938
Queue for Praha2	0,07	0,06	60%	Praha	11 939
Queue for Brno2	0,05	0,01	51%	Brno	14 003
Queue for Vyškov	0,18	0,12	58%	Vyškov	4 044
Queue for Hulín	0,14	0,01	34%	Hulín	1 437
Queue for Přerov	0,13	0,00	27%	Přerov	1 104
Queue for Lipník nad Bečvou2 (směr z Hulína)	0,07	0,00	39%	Lipník nad Bečvou	1 867
Queue for Bělotín	0,21	0,02	43%	Bělotín	1 581
Queue for Český Těšín	0,33	0,02	41%	Český Těšín	854
Queue for Ostrava	0,21	0,01	43%	Ostrava	1 451
Queue for Věřňovice	0,04	0,00	21%	Věřňovice	981
Queue for Vyškov2 (ze směru Hulín)	0,29	0,01	69%	Vyškov	4 830
Queue for Vyškov3 (ze směru Olomouc)	0,34	0,03	69%	Vyškov	4 830
Queue for Hulín2	0,25	0,00	35%	Hulín	1 476
Queue for Přerov2	0,07	0,00	27%	Přerov	1 105
Queue for Lipník nad Bečvou3 (směr z Bělotína)	0,14	0,01	39%	Lipník nad Bečvou	1 855
Queue for Bělotín2 (směr z Ostravy)	0,08	0,00	43%	Bělotín	1 579
Queue for Bělotín3 (směr z Čes. Těšína)	0,26	0,01	43%	Bělotín	1 579

Queue for Ostrava2 (směr z Věřňovic)	0,30	0,02	43%	Ostrava	1 463

Tabulka 6-49: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na D1 a R48 (00:60 – 18:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Hustopeče	0,09	0,06	60%	Hustopeče	7 506
Queue for Břeclav	0,12	0,08	78%	Břeclav	8 787
Queue for Brodské	0,03	0,01	33%	Brodské	4 834
Queue for Břeclav2	0,25	0,32	78%	Břeclav	8 787
Queue for Hustopeče2	0,12	0,06	60%	Hustopeče	7 506
Queue for Brno4 (směr z Hustopeče)	0,04	0,03	51%	Brno	14 003
Queue for Votice	0,62	0,10	67%	Votice	1 776
Queue for Tábor	**3,83**	0,69	**99%**	Tábor	983
Queue for Veselí nad Lužnicí	**1,24**	0,07	79%	Veselí nad Lužnicí	909
Queue for České Budějovice	**1,52**	0,16	88%	České Budějovice	875
Queue for Dolní Dvořiště	0,28	0,04	81%	Dolní Dvořiště	603
Queue for České Budějovice2	**4,00**	0,16	88%	České Budějovice	875
Queue for Veselí nad Lužnicí2	**1,73**	0,03	79%	Veselí nad Lužnicí	909
Queue for Tábor2	**74,80**	6,49	**99%**	Tábor	983
Queue for Votice2	0,82	0,03	67%	Votice	1 776
Queue for Plzeň	**1,19**	0,19	91%	Plzeň	1 806
Queue for Bor	0,74	0,11	88%	Bor	1 976
Queue for Rozvadov	**1,39**	0,20	85%	Rozvadov	1 087
Queue for Bor2	**1,10**	0,22	88%	Bor	1 976
Queue for Plzeň2	**2,00**	0,26	91%	Plzeň	1 806
Queue for Praha5	0,06	0,01	60%	Praha	11 939
Queue for Kralupy nad Vltavou	0,55	0,10	81%	Kralupy nad Vltavou	2 551
Queue for Lovosice	0,21	0,03	59%	Lovosice	2 790
Queue for Teplice	0,28	0,20	95%	Teplice	5 588
Queue for Ústí nad Labem	0,31	0,03	64%	Ústí nad Labem	2 904

Queue for Krásný Les	**1,75**	0,07	85%	Krásný Les	821
Queue for Ústí nad Labem2	0,24	0,06	64%	Ústí nad Labem	2 904
Queue for Teplice2	**1,53**	1,09	95%	Teplice	5 588
Queue for Lovosice2	0,28	0,02	59%	Lovosice	2 790
Queue for Kralupy nad Vltavou2	0,62	0,00	81%	Kralupy nad Vltavou	2 551
Queue for Praha6	0,08	0,02	60%	Praha	11 939
Queue for Mladá Boleslav	0,47	0,06	76%	Mladá Boleslav	2 657
Queue for Turnov	0,33	0,06	75%	Turnov	3 058
Queue for Harrachov	0,28	0,05	49%	Harrachov	1 304
Queue for Turnov2	0,40	0,00	75%	Turnov	3 058
Queue for Mladá Boleslav2	0,61	0,11	76%	Mladá Boleslav	2 657
Queue for Praha7	0,07	0,01	60%	Praha	11 939

Tabulka 6-50: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů na D2. D3, D5, D8 a R10 (06:00 – 18:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Kluk	0,22	0,08	56%	Kluk	3 091
Queue for Hradec Králové (směr z Kluku)	0,24	0,04	64%	Hradec Králové	2 804
Queue for Kluk2	0,37	0,06	56%	Kluk	3 091
Queue for Hradec Králové2 (směr z Vysokého Mýta)	0,31	0,04	64%	Hradec Králové	2 804
Queue for Praha3	0,07	0,01	60%	Praha	11 939
Queue for Hradec Králové3 (směr z Turnova)	0,39	0,03	64%	Hradec Králové	2 804

Tabulka 6-51: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na D11 (06:00 – 18:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Vysoké Mýto	0,21	0,02	36%	Vysoké Mýto	1 110
Queue for Opatovec	0,17	0,02	40%	Opatovec	1 602
Queue for Mohelnice	0,16	0,01	39%	Mohelnice	1 501
Queue for Olomouc	0,15	0,02	54%	Olomouc	3 123
Queue for Olomouc2	0,20	0,02	54%	Olomouc	3 123

Queue for Mohelnice2	0,21	0,03	39%	Mohelnice	1 501
Queue for Opatovec2	0,18	0,02	40%	Opatovec	1 602
Queue for Vysoké Mýto2	0,21	0,03	36%	Vysoké Mýto	1 110
Queue for Hradec Králové2 (směr z Vysokého Mýta)	0,31	0,04	64%	Hradec Králové	2 804
Queue for Turnov3 (směr z Hr.Králové)	0,67	0,15	72%	Turnov	2 941
Queue for Liberec	0,19	0,02	10%	Liberec	434
Queue for Hrádek nad Nisou	0,82	0,07	77%	Hrádek nad Nisou	1 374
Queue for Liberec2	0,20	0,00	10%	Liberec	434
Queue for Turnov4	0,50	0,05	72%	Turnov	2 941

Tabulka 6-52: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na R35 (06:00 – 18:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Mirošovice	0,04	0,02	25%	Mirošovice	1 808
Queue for Humpolec	0,16	0,03	46%	Humpolec	1 461
Queue for Jihlava	0,06	0,01	34%	Jihlava	1 817
Queue for Velká Bíteš	0,05	0,02	30%	Velká Bíteš	1 565
Queue for Kývalka	0,03	0,01	21%	Kývalka	2 233
Queue for Brno	0,02	0,01	19%	Brno	2 854
Queue for Kývalka2	0,03	0,02	21%	Kývalka	2 233
Queue for Velká Bíteš2	0,09	0,05	30%	Velká Bíteš	1 565
Queue for Jihlava2	0,06	0,03	34%	Jihlava	1 817
Queue for Humpolec2	0,21	0,06	46%	Humpolec	1 461
Queue for Mirošovice2	0,05	0,01	25%	Mirošovice	1 808
Queue for Praha2	0,03	0,01	22%	Praha	2 454
Queue for Brno2	0,01	0,00	19%	Brno	2 854
Queue for Vyškov	0,05	0,02	19%	Vyškov	735
Queue for Hulín	0,02	0,00	11%	Hulín	246
Queue for Přerov	0,00	0,00	8%	Přerov	170
Queue for Lipník nad Bečvou2 (směr z Hulína)	0,12	0,00	11%	Lipník nad Bečvou	280
Queue for Bělotín	0,05	0,00	15%	Bělotín	285

Queue for Český Těšín	0,09	0,00	14%	Český Těšín	155
Queue for Ostrava	0,08	0,00	14%	Ostrava	249
Queue for Věřňovice	0,00	0,00	5%	Věřňovice	130
Queue for Vyškov2 (ze směru Hulín)	0,00	0,00	19%	Vyškov	735
Queue for Vyškov3 (ze směru Olomouc)	0,00	0,00	19%	Vyškov	735
Queue for Hulín2	0,00	0,00	11%	Hulín	246
Queue for Přerov2	0,02	0,00	8%	Přerov	170
Queue for Lipník nad Bečvou3 (směr z Bělotína)	0,08	0,00	11%	Lipník nad Bečvou	280
Queue for Bělotín2 (směr z Ostravy)	0,00	0,00	15%	Bělotín	285
Queue for Bělotín3 (směr z Čes. Těšína)	0,04	0,00	15%	Bělotín	285
Queue for Ostrava2 (směr z Věřňovic)	0,09	0,00	14%	Ostrava	249

Tabulka 6-53: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D1 a R48 (18:00 – 24:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Hustopeče	0,03	0,02	26%	Hustopeče	1 721
Queue for Břeclav	0,04	0,01	35%	Břeclav	2 101
Queue for Brodské	0,01	0,00	12%	Brodské	954
Queue for Břeclav2	0,05	0,03	35%	Břeclav	2 101
Queue for Hustopeče2	0,04	0,01	26%	Hustopeče	1 721
Queue for Brno4 (směr z Hustopeče)	0,01	0,01	19%	Brno	2 854
Queue for Votice	**4,08**	0,24	84%	Votice	240
Queue for Tábor	0,91	0,06	64%	Tábor	346
Queue for Veselí nad Lužnicí	0,63	0,02	46%	Veselí nad Lužnicí	290
Queue for České Budějovice	0,63	0,04	57%	České Budějovice	307
Queue for Dolní Dvořiště	0,71	0,02	49%	Dolní Dvořiště	199
Queue for České Budějovice2	**1,42**	0,03	57%	České Budějovice	307

Queue for Veselí nad Lužnicí2	**1,18**	0,02	46%	Veselí nad Lužnicí	290
Queue for Tábor2	**1,30**	0,06	64%	Tábor	346
Queue for Votice2	**9,91**	0,38	84%	Votice	240
Queue for Plzeň	0,46	0,03	65%	Plzeň	705
Queue for Bor	0,41	0,05	66%	Bor	792
Queue for Rozvadov	0,75	0,09	62%	Rozvadov	424
Queue for Bor2	0,55	0,08	66%	Bor	792
Queue for Plzeň2	0,67	0,06	65%	Plzeň	705
Queue for Praha5	0,22	0,00	22%	Praha	2 454
Queue for Kralupy nad Vltavou	0,30	0,02	47%	Kralupy nad Vltavou	807
Queue for Lovosice	0,07	0,01	28%	Lovosice	738
Queue for Teplice	0,11	0,03	54%	Teplice	1 749
Queue for Ústí nad Labem	0,11	0,01	32%	Ústí nad Labem	819
Queue for Krásný Les	0,91	0,03	56%	Krásný Les	297
Queue for Ústí nad Labem2	0,10	0,02	32%	Ústí nad Labem	819
Queue for Teplice2	0,17	0,06	54%	Teplice	1 749
Queue for Lovosice2	0,10	0,00	28%	Lovosice	738
Queue for Kralupy nad Vltavou2	0,12	0,00	47%	Kralupy nad Vltavou	807
Queue for Praha6	0,02	0,00	22%	Praha	2 454
Queue for Mladá Boleslav	0,24	0,01	39%	Mladá Boleslav	747
Queue for Turnov	0,11	0,01	34%	Turnov	846
Queue for Harrachov	0,13	0,02	22%	Harrachov	315
Queue for Turnov2	0,23	0,00	34%	Turnov	846
Queue for Mladá Boleslav2	0,15	0,01	39%	Mladá Boleslav	747
Queue for Praha7	0,02	0,01	22%	Praha	2 454

Tabulka 6-54: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů na D2. D3, D5, D8 a R10 (18:00 – 24:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Kluk	0,05	0,01	22%	Kluk	654
Queue for Hradec Králové (směr z Kluku)	0,10	0,00	27%	Hradec Králové	656
Queue for Kluk2	0,10	0,01	22%	Kluk	654

Queue for Hradec Králové2 (směr z Vysokého Mýta)	0,08	0,00	27%	Hradec Králové	656
Queue for Praha3	0,02	0,00	22%	Praha	2 454
Queue for Hradec Králové3 (směr z Turnova)	0,16	0,01	27%	Hradec Králové	656

Tabulka 6-55: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D11 (18:00 – 24:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Vysoké Mýto	0,10	0,01	14%	Vysoké Mýto	226
Queue for Opatovec	0,05	0,00	14%	Opatovec	292
Queue for Mohelnice	0,02	0,01	9%	Mohelnice	190
Queue for Olomouc	0,07	0,00	21%	Olomouc	628
Queue for Olomouc2	0,05	0,00	21%	Olomouc	628
Queue for Mohelnice2	0,00	0,00	9%	Mohelnice	190
Queue for Opatovec2	0,06	0,00	14%	Opatovec	292
Queue for Vysoké Mýto2	0,02	0,00	14%	Vysoké Mýto	226
Queue for Hradec Králové2 (směr z Vysokého Mýta)	0,08	0,00	27%	Hradec Králové	656
Queue for Turnov3 (směr z Hr.Králové)	0,12	0,02	34%	Turnov	846
Queue for Liberec	0,04	0,00	20%	Liberec	492
Queue for Hrádek nad Nisou	0,22	0,00	23%	Hrádek nad Nisou	226
Queue for Liberec2	0,00	0,00	20%	Liberec	492
Queue for Turnov4	0,10	0,00	34%	Turnov	846

Tabulka 6-56: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na R35 (18:00 – 24:00)

00:00-06:00	**Praha**	**Mirošovice**	**Humpolec**	**Jihlava**	**Velká Bíteš**	**Kývalka**	**Brno**
Sjezd	427	**707**	**353**	473	122	**421**	470
Nájezd	**948**	305	336	**482**	**124**	274	**982**
06:00-18:00							
Sjezd	3 397	**3 957**	**1 526**	**2 245**	**604**	**2 329**	3 122
Nájezd	**7 113**	1 506	841	2 080	481	1 604	**6 957**
18:00-24:00							
Sjezd	726	**909**	**418**	**595**	142	**547**	623
Nájezd	**1 265**	384	375	593	**155**	339	**1 329**

Tabulka 6-57: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 (1. část) dle denní doby

00:00-06:00	Vyškov	Hulín	Přerov	Lipník n/B	Bělotín	Český Těšín	Ostrava	Věřňo-vice
Sjezd	**404**	**167**	**131**	134	152	86	**190**	72
Nájezd	196	141	104	**184**	**156**	**91**	163	**87**
06:00-18:00								
Sjezd	**3 091**	**1 315**	**1 085**	1 134	1 105	**678**	**1 425**	803
Nájezd	1 080	1 101	863	**1 275**	**1 138**	701	1 097	**971**
18:00-24:00								
Sjezd	**548**	**227**	**165**	175	209	124	**241**	108
Nájezd	236	188	133	**248**	**210**	**130**	203	**128**

Tabulka 6-58: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 (2. část) dle denní doby

00:00-06:00	Kluk	HK	Hrádek n/N	Liber-ec	Turn-ov	Vysoké Mýto	Opato-vec	Mohel-nice	Olom-ouc
Sjezd	**336**	190	**180**	274	207	46	**109**	54	**463**
Nájezd	153	**282**	134	**296**	**290**	**55**	104	**97**	357
06:00-18:00									
Sjezd	**2 002**	1 136	**1 404**	1 619	910	302	**735**	540	1 900
Nájezd	903	**1 459**	342	**1 836**	**1 157**	**373**	727	**695**	**2 007**
18:00-24:00									
Sjezd	**422**	260	**223**	358	254	60	**143**	70	**624**
Nájezd	184	**367**	171	**382**	**375**	**68**	138	**124**	472

Tabulka 6-59: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D11 a R35 dle denní doby

00:00-06:00	Votice	Tábor	Veselí n/L	České Budějovice	Dolní Dvořiště	Plzeň	Bor	Rozvadov
Sjezd	58	**179**	64	**216**	132	**132**	**295**	101
Nájezd	**65**	119	**174**	135	**146**	53	285	**176**
06:00-18:00								
Sjezd	**3 957**	**641**	241	**736**	460	**827**	**1 012**	334
Nájezd	1 033	21	**659**	372	**529**	726	732	**602**
18:00-24:00								
Sjezd	**71**	**211**	72	**256**	155	323	**383**	123
Nájezd	66	142	**205**	157	**169**	**385**	288	**216**

Tabulka 6-60: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D3 a D5 dle denní doby

00:00-06:00	Kralupy nad Vlt.	Lovosice	Teplice	Ústí n/L	Krásný Les	Ml. Bol.	Turn-ov	Harrachov
Sjezd	427	1	**1 236**	36	18	286	207	**187**
Nájezd	**540**	**392**	252	**327**	**229**	**413**	**290**	28
06:00-18:00								
Sjezd	1 692	29	**4 824**	144	50	1 263	910	**1 283**
Nájezd	**1 931**	**1 993**	235	**1 738**	**675**	**1 492**	**1 157**	579
18:00-24:00								
Sjezd	543	3	1 **496**	37	21	347	254	**310**
Nájezd	**671**	**481**	276	**418**	**263**	**479**	**375**	98

Tabulka 6-61: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D8 a R10 dle denní doby

00:00-06:00	Hustopeče	Břeclav	Brodské
Sjezd	345	**1 049**	22
Nájezd	**606**	404	**419**
06:00-18:00			
Sjezd	1 932	**5 546**	139
Nájezd	**3 121**	1 301	**3 196**
18:00-24:00			
Sjezd	450	**1 338**	30
Nájezd	**764**	508	**563**

Tabulka 6-62: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D2 dle denní doby

6.7 Výhledový stav – vstupní údaje

Aktivita		Současné RPDI (r. 2010) (v tis.)		Výhledové intenzity (r. 2040) (v tis.)	
				1,42	1,32
			06:00-18:00: koef. 0,69	06:00-18:00: koef. 0,69	
D1	Praha	28,800	19,872	28,218	
	Mirošovice	16,323	11,263	15,994	
	Humpolec	9,594	6,620	9,400	
	Jihlava	10,300	7,107	10,092	
	Velká Bíteš	10,217	7,050	10,010	
	Kývalka	10,967	7,567	10,745	
	Brno	18,000	12,420	17,636	
	Vyškov	6,231	4,299	6,105	
	Hulín	3,601	2,485	3,528	
	Přerov	1,767	1,219	1,732	
	Lipník nad Bečvou	1,700	1,173	1,666	
	Bělotín	5,294	3,653	5,187	
R48	Český Těšín	4,777	3,296		4,351
D1	Ostrava	4,146	2,861	4,063	
	Věřňovice	2,411	1,664	2,362	
D11	Kluk	7,717	5,325	7,561	
	Hradec Králové	3,612	2,492	3,539	
R35	Vysoké Mýto	3,092	2,134		2,816
	Opatovec	4,159	2,869		3,788
	Mohelnice	3,510	2,422		3,197
	Olomouc	4,064	2,804		3,701
	Lipník nad Bečvou	1,767	1,219		1,610
D2	Hustopeče	9,071	6,259	8,888	
	Břeclav	6,714	4,633	6,578	
	Brodské	5,589	3,856	5,476	
	Votice	3,579	2,469		3,259
D3	Tábor	3,527	2,434	3,456	
	Veselí nad Lužnicí	3,737	2,578	3,661	
I/3	české Budějovice	3,235	2,232		2,946
	Dolní Dvořiště	3,237	2,233		2,948
D5	Plzeň	9,588	6,616	9,394	

	Bor	7,095	4,895	6,951	
	Rozvadov	4,793	3,307	4,697	
D8	**Kralupy nad Vltavou**	11,370	7,846	11,141	
	Lovosice	5,987	4,131	5,866	
I/8	**Teplice**	5,699	3,932		5,190
D8	**Ústí nad Labem**	5,411	3,734	5,302	
	Krásný Les	5,188	3,580	5,083	
	Mladá Boleslav	7,395	5,102	7,245	
	Turnov	5,169	3,567	5,065	
I/10	**Harrachov**	1,336	0,921		1,216
R35	**Turnov**	3,366	2,323		3,066
	Liberec	4,479	3,091		4,080
	Hrádek nad Nisou	1,999	1,380		1,821

Tabulka 6-63: výhledové průměrné denní intenzity nákladních vozidel (06:00 – 18:00)

Nájezdy	RPDI	Výhledové RPDI	Výhledová I v obou směrech za den (6:00-18:00)	Výhledová I nájezdu (= polovina naměřených intenzit)	Výhledová I za minutu	Interval [min]
Praha	10 500	14 910	10 332,63	5 166,32	3,59	0,28
Mirošovice	4 194	5 955	4 127,15	2 063,57	1,43	0,70
Humpolec	6 305	8 953	6 204,50	3 102,25	2,15	0,46
Jihlava	8 109	11 515	7 979,74	3 989,87	2,77	0,36
Velka Bites	1 906	2 707	1 875,62	937,81	0,65	1,54
Kývalka	4 054	5 757	3 989,38	1 994,69	1,39	0,72
Brno	8 500	12 070	8 364,51	4 182,26	2,90	0,34
Vyškov	2 754	3 635	2 519,25	1 259,62	0,87	1,14
Hulín	1 881	2 483	1 720,66	860,33	0,60	1,67
Přerov	1 423	1 878	1 301,70	650,85	0,45	2,21
Bělotín	2 217	2 926	2 028,02	1 014,01	0,70	1,42
Český Těšín	1 407	1 998	1 384,57	692,29	0,48	2,08
Ostrava	2 210	2 917	2 021,62	1 010,81	0,70	1,42
Věřňovice	1 455	1 921	1 330,98	665,49	0,46	2,16
Kluk	2 302	3 039	2 105,78	1 052,89	0,73	1,37
Hradec Králové	4 509	5 952	4 124,65	2 062,33	1,43	0,70
Vysoké Mýto	717	1 018	705,57	352,79	0,24	4,08

Opatovec	1 465	2 080	1 441,65	720,82	0,50	2,00
Mohelnice	1 331	1 890	1 309,78	654,89	0,45	2,20
Olomouc	4 913	6 976	4 834,69	2 417,34	1,68	0,60
Lipník nad Bečvou	2 440	3 465	2 401,11	1 200,55	0,83	1,20
Hustopeče	9 071	11 974	8 297,79	4 148,89	2,88	0,35
Břeclav	6 714	8 862	6 141,70	3 070,85	2,13	0,47
Brodské	5 589	7 377	5 112,59	2 556,30	1,78	0,56
Votice	3 579	5 082	3 521,95	1 760,98	1,22	0,82
Tábor	3 527	4 656	3 226,36	1 613,18	1,12	0,89
Veselí nad Lužnicí	3 737	4 933	3 418,46	1 709,23	1,19	0,84
České Budějovice	3 235	4 594	3 183,43	1 591,72	1,11	0,90
Dolní Dvořiště	3 237	4 597	3 185,40	1 592,70	1,11	0,90
Plzeň	9 588	12 656	8 770,72	4 385,36	3,05	0,33
Bor	7 095	9 365	6 490,22	3 245,11	2,25	0,44
Rozvadov	4 793	6 327	4 384,44	2 192,22	1,52	0,66
Kralupy nad Vltavou	11 370	15 008	10 400,82	5 200,41	3,61	0,28
Lovosice	5 987	7 903	5 476,67	2 738,33	1,90	0,53
Teplice	5 699	8 093	5 608,16	2 804,08	1,95	0,51
Ústí nad Labem	5 411	7 143	4 949,77	2 474,88	1,72	0,58
Krásný Les	5 188	6 848	4 745,77	2 372,89	1,65	0,61
Mladá Boleslav	7 395	9 761	6 764,65	3 382,33	2,35	0,43
Turnov	5 169	6 823	4 728,39	2 364,20	1,64	0,61
Harrachov	1 336	1 897	1 314,70	657,35	0,46	2,19
Liberec	4 479	6 360	4 407,60	2 203,80	1,53	0,65
Hrádek nad Nisou	1 999	2 839	1 967,14	983,57	0,68	1,46

Tabulka 6-64: výhledové intervaly nájezdu na dálnice a rychlostní komunikace pro r. 2040 (06:00 – 18:00)

6.8 Výhledový stav - výsledky

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Mirošovice	0,11	0,21	72%	Mirošovice	9 949
Queue for Humpolec	0,41	0,28	93%	Humpolec	5 697
Queue for Jihlava	0,15	0,08	78%	Jihlava	7 624

Queue for Velká Bíteš	0,16	0,12	77%	Velká Bíteš	7 294
Queue for Kývalka	0,06	0,06	55%	Kývalka	10 754
Queue for Brno	0,04	0,05	47%	Brno	12 945
Queue for Kývalka2	0,09	0,11	55%	Kývalka	10 754
Queue for Velká Bíteš2	0,54	0,62	77%	Velká Bíteš	7 294
Queue for Jihlava2	0,25	0,24	78%	Jihlava	7 624
Queue for Humpolec2	**2,10**	1,53	93%	Humpolec	5 697
Queue for Mirošovice2	0,25	0,13	72%	Mirošovice	9 949
Queue for Praha2	0,09	0,08	84%	Praha	16 784
Queue for Brno2	0,04	0,00	47%	Brno	12 945
Queue for Vyškov	0,19	0,13	60%	Vyškov	4 164
Queue for Hulín	0,16	0,01	39%	Hulín	1 654
Queue for Přerov	0,11	0,00	33%	Přerov	1 333
Queue for Lipník nad Bečvou2 (směr z Hulína)	0,17	0,00	47%	Lipník nad Bečvou	2 245
Queue for Bělotín	0,24	0,03	51%	Bělotín	1 871
Queue for Český Těšín	0,38	0,01	51%	Český Těšín	1 050
Queue for Ostrava	0,25	0,01	50%	Ostrava	1 694
Queue for Věřňovice	0,02	0,00	27%	Věřňovice	1 236
Queue for Vyškov2 (ze směru Hulín)	0,34	0,00	60%	Vyškov	4 164
Queue for Vyškov3 (ze směru Olomouc)	0,41	0,06	60%	Vyškov	4 164
Queue for Hulín2	0,26	0,00	39%	Hulín	1 654
Queue for Přerov2	0,14	0,01	33%	Přerov	1 333
Queue for Lipník nad Bečvou3 (směr z Bělotína)	0,18	0,01	47%	Lipník nad Bečvou	2 245
Queue for Bělotín2 (směr z Ostravy)	0,17	0,00	51%	Bělotín	1 871
Queue for Bělotín3 (směr z Čes. Těšína)	0,28	0,02	51%	Bělotín	1 871
Queue for Ostrava2 (směr z Věřňovic)	0,36	0,04	50%	Ostrava	1 694

Tabulka 6-65: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů jednotlivých aktivit na D1 a R48 (06:00 – 18:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit

Queue for Hustopeče	0,10	0,06	63%	Hustopeče	8 001
Queue for Břeclav	0,14	0,12	85%	Břeclav	9 620
Queue for Brodské	0,04	0,03	39%	Brodské	5 686
Queue for Břeclav2	0,40	0,60	85%	Břeclav	9 620
Queue for Hustopeče2	0,15	0,07	63%	Hustopeče	8 001
Queue for Brno4 (směr z Hustopeče)	0,03	0,02	47%	Brno	12 945
Queue for Votice	0,82	0,18	77%	Votice	2 037
Queue for Tábor	**5,21**	1,09	**100%**	Tábor	990
Queue for Veselí nad Lužnicí	**1,37**	0,07	83%	Veselí nad Lužnicí	953
Queue for České Budějovice	**1,60**	0,18	**90%**	České Budějovice	898
Queue for Dolní Dvořiště	**1,82**	0,04	85%	Dolní Dvořiště	637
Queue for České Budějovice2	**3,75**	0,15	**90%**	České Budějovice	898
Queue for Veselí nad Lužnicí2	**2,40**	0,05	83%	Veselí nad Lužnicí	953
Queue for Tábor2	**719,11**	**63,74**	**100%**	Tábor	990
Queue for Votice2	**1,10**	0,05	77%	Votice	2 037
Queue for Plzeň	**1,47**	0,32	**95%**	Plzeň	1 879
Queue for Bor	0,74	0,10	**91%**	Bor	2 025
Queue for Rozvadov	**1,54**	0,21	88%	Rozvadov	1 122
Queue for Bor2	**1,22**	0,28	**91%**	Bor	2 025
Queue for Plzeň2	**3,60**	0,51	**95%**	Plzeň	1 879
Queue for Praha5	0,11	0,02	84%	Praha	16 784
Queue for Kralupy nad Vltavou	0,60	0,13	85%	Kralupy nad Vltavou	2 676
Queue for Lovosice	0,25	0,03	66%	Lovosice	3 100
Queue for Teplice	0,31	0,24	**100%**	Teplice	5 866
Queue for Ústí nad Labem	0,40	0,05	69%	Ústí nad Labem	3 136
Queue for Krásný Les	2,03	0,10	88%	Krásný Les	852
Queue for Ústí nad Labem2	0,24	0,04	69%	Ústí nad Labem	3 136
Queue for Teplice2	**11,60**	**9,13**	**100%**	Teplice	5 866
Queue for Lovosice2	0,33	0,04	66%	Lovosice	3 100

Queue for Kralupy nad Vltavou2	0,74	0,00	85%	Kralupy nad Vltavou	2 676
Queue for Praha6	0,11	0,01	84%	Praha	16 784
Queue for Mladá Boleslav	0,53	0,11	82%	Mladá Boleslav	2 865
Queue for Turnov	0,33	0,06	80%	Turnov	3 274
Queue for Harrachov	0,36	0,07	57%	Harrachov	1 504
Queue for Turnov2	0,43	0,01	80%	Turnov	3 274
Queue for Mladá Boleslav2	0,82	0,17	82%	Mladá Boleslav	2 865
Queue for Praha7	0,13	0,02	84%	Praha	16 784

Tabulka 6-66: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na D2, D3, D5, D8 a R10 (06:00 – 18:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Kluk	0,30	0,20	67%	Kluk	3 716
Queue for Hradec Králové (směr z Kluku)	0,30	0,07	71%	Hradec Králové	3 109
Queue for Kluk2	0,67	0,12	67%	Kluk	3 716
Queue for Hradec Králové2 (směr z Vysokého Mýta)	0,37	0,06	71%	Hradec Králové	3 109
Queue for Praha3	0,09	0,01	84%	Praha	16 784
Queue for Hradec Králové3 (směr z Turnova)	0,54	0,08	71%	Hradec Králové	3 109

Tabulka 6-67: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na D11 (06:00 – 18:00)

Jméno	Průměrný čas ve frontě [min]	Průměrný počet vozidel ve frontě	Využití zdrojů	Aktivita	Počet odbavených entit
Queue for Vysoké Mýto	0,27	0,02	44%	Vysoké Mýto	1 343
Queue for Opatovec	0,19	0,03	49%	Opatovec	1 963
Queue for Mohelnice	0,18	0,02	47%	Mohelnice	1 842
Queue for Olomouc	0,18	0,03	63%	Olomouc	3 613
Queue for Olomouc2	0,23	0,02	63%	Olomouc	3 613
Queue for Mohelnice2	0,28	0,04	47%	Mohelnice	1 842
Queue for Opatovec2	0,23	0,02	49%	Opatovec	1 963
Queue for Vysoké Mýto2	0,29	0,06	44%	Vysoké Mýto	1 343

Queue for Hradec Králové2 (směr z Vysokého Mýta)	0,37	0,06	71%	Hradec Králové	3 109
Queue for Turnov3 (směr z Hr.Králové)	0,74	0,19	80%	Turnov	3 274
Queue for Liberec	0,24	0,02	61%	Liberec	2 682
Queue for Hrádek nad Nisou	0,89	0,09	83%	Hrádek nad Nisou	1 482
Queue for Liberec2	0,19	0,00	61%	Liberec	2 682
Queue for Turnov4	0,51	0,05	80%	Turnov	3 274

Tabulka 6-68: prům. časy strávené ve frontě, využití zdrojů aktivit na R35 (06:00 – 18:00)

06:00-18:00	**Praha**	**Mirošovice**	**Humpolec**	**Jihlava**	**Velká Bíteš**	**Kývalka**	**Brno**
Sjezd	4 815	**4 933**	**1 653**	**2 422**	**632**	**2 426**	2 874
Nájezd	**11 192**	1 436	578	2 306	556	2 239	**5 500**

Tabulka 6-69: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 (1. část) dle denní doby

06:00-18:00	**Vyškov**	**Hulín**	**Přerov**	**Lipník n/B**	**Bělotín**	**Český Těšín**	**Ostrava**	**Věřňo-vice**
Sjezd	**3 186**	**1 529**	**1 311**	1 359	1 322	828	**1 662**	1 008
Nájezd	1 352	1 308	1 055	**1 558**	**1 334**	**874**	1 261	**1 221**

Tabulka 6-70: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 (2. část) a R48 dle denní doby

06:00-18:00	**Kluk**	**HK**	**Hrádek n/N**	**Liber-ec**	**Turn-ov**	**Vysoké Mýto**	**Opato-vec**	**Mohel-nice**	**Olom-ouc**
Sjezd	**2 414**	1 241	**1 451**	1 890	975	358	**896**	655	2 217
Nájezd	879	**1 516**	654	**2 205**	**1 153**	**484**	887	**877**	**2 308**

Tabulka 6-71: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D11 a R35 dle denní doby

06:00-18:00	**Votice**	**Tábor**	**Veselí n/L**	**České Budějovice**	**Dolní Dvořiště**	**Plzeň**	**Bor**	**Rozvadov**
Sjezd	570	**646**	249	**754**	485	**862**	**1 032**	347
Nájezd	**1 046**	0	**701**	369	**558**	556	738	**628**

Tabulka 6-72: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D3 a D5 dle denní doby

06:00-18:00	**Kralupy nad Vlt.**	**Lovosice**	**Teplice**	**Ústí n/L**	**Krásný Les**	**Ml. Bol.**	**Turn-ov**	**Harrachov**
Sjezd	1 778	35	**5 054**	158	51	1 263	1 360	**1 479**
Nájezd	**1 835**	**2 252**	18	**1 915**	**699**	**1 492**	**1 403**	719

Tabulka 6-73: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D8 a R10 dle denní doby

06:00-18:00	**Hustopeče**	**Břeclav**	**Brodské**
Sjezd	2 037	**6 082**	167
Nájezd	**3 663**	1 124	**3 894**

Tabulka 6-74: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D2 (06:00-18:00)

		Aktuální stav (r. 2010)		Výhledový stav (r. 2040)		
Aktivita	**Kapacita zdrojů**	**Využití zdrojů**	**Počet odbavených entit**	**Využití zdrojů**	**Počet odbavených entit**	**Podíl**
Praha	170	0,60	11 939	0,84	16 784	1,41
Mirošovice	90	0,57	7 938	0,72	9 949	1,25
Humpolec	70	0,85	5 207	0,93	5 697	1,09
Jihlava	75	0,71	7 025	0,78	7 624	1,09
Velká Bíteš	95	0,73	6 846	0,77	7 294	1,07
Kývalka	90	0,53	10 310	0,55	10 754	1,04
Brno	110	0,51	14 003	0,47	12 945	0,92
Vyškov	68	0,58	4 044	0,60	4 164	1,03
Hulín	35	0,34	1 437	0,39	1 654	1,15
Přerov	20	0,27	1 104	0,33	1 333	1,21
Lipník nad Bečvou	30	0,39	1 867	0,47	2 245	1,20
Bělotín	20	0,43	1 581	0,51	1 871	1,18
Český Těšín	30	0,41	854	0,51	1 050	1,23
Ostrava	35	0,43	1 451	0,50	1 694	1,17
Věřňovice	25	0,21	981	0,27	1 236	1,26
Hustopeče	100	0,60	7 506	0,63	8 001	1,07
Břeclav	90	0,78	8 787	0,85	9 620	1,09
Brodské	40	0,33	4 834	0,39	5 686	1,18
Votice	10	0,67	1 776	0,77	2 037	1,15
Tábor	10	0,99	983	1,00	990	1,01
Veselí nad Lužnicí	10	0,79	909	0,83	953	1,05
České Budějovice	10	0,88	875	0,90	898	1,03
Dolní Dvořiště	10	0,81	603	0,85	637	1,06
Plzeň	50	0,91	1 806	0,95	1 879	1,04
Bor	15	0,88	1 976	0,91	2 025	1,02
Rozvadov	10	0,85	1 087	0,88	1 122	1,03
Kralupy nad Vltavou	30	0,81	2 551	0,85	2 676	1,05
Lovosice	30	0,59	2 790	0,66	3 100	1,11
Teplice	50	0,95	5 588	1,00	5 866	1,05
Ústí nad Labem	35	0,64	2 904	0,69	3 136	1,08
Krásný Les	10	0,85	821	0,88	852	1,04
Mladá Boleslav	60	0,76	2 657	0,82	2 865	1,08
Turnov	50	0,75	3 058	0,80	3 274	1,07
Harrachov	50	0,49	1 304	0,57	1 504	1,15
Kluk	55	0,56	3 091	0,67	3 716	1,20
Hradec Králové	55	0,64	2 804	0,71	3 109	1,11

Vysoké Mýto	40	0,36	1 110	0,44	1 343	1,21
Opatovec	40	0,40	1 602	0,49	1 963	1,23
Mohelnice	40	0,39	1 501	0,47	1 842	1,23
Olomouc	45	0,54	3 123	0,63	3 613	1,16
Liberec	30	0,10	434	0,61	2 682	6,18
Hrádek nad Nisou	10	0,77	1 374	0,83	1 482	1,08

Tabulka 6-75: Porovnání aktuálních a výhledových hodnot v období den (06:00-18:00) prvního modelu

	Aktuální stav (r. 2010)			Výhledový stav (r. 2040)		
Aktivita	**Kapacita zdrojů**	**Využití zdrojů**	**Počet odbavených entit**	**Využití zdrojů**	**Počet odbavených entit**	**Kapacita zdrojů**
Praha	170	0,60	11 939	0,51	59 154	1 000
Mirošovice	90	0,57	7 938	0,23	35 151	1 000
Humpolec	70	0,85	5 207	0,27	23 253	1 000
Jihlava	75	0,71	7 025	0,19	25 500	1 000
Velká Bíteš	95	0,73	6 846	0,20	19 687	1 000
Kývalka	90	0,53	10 310	0,11	23 748	1 000
Brno	110	0,51	14 003	0,10	26 092	1 000
Vyškov	68	0,58	4 044	0,08	8 613	1 000
Hulín	35	0,34	1 437	0,02	2 817	1 000
Přerov	20	0,27	1 104	0,01	2 094	1 000
Lipník nad Bečvou	30	0,39	1 867	0,03	4 302	1 000
Bělotín	20	0,43	1 581	0,02	3 452	1 000
Český Těšín	30	0,41	854	0,02	1 126	1 000
Ostrava	35	0,43	1 451	0,03	3 106	1 000
Věřňovice	25	0,21	981	0,01	1 633	1 000
Hustopeče	100	0,60	7 506	0,14	18 107	1 000
Břeclav	90	0,78	8 787	0,18	23 097	1 000
Brodské	40	0,33	4 834	0,03	10 463	1 000
Votice	10	0,67	1 776	0,16	8 250	1 000
Tábor	10	0,99	983	0,09	8 778	1 000
Veselí nad Lužnicí	10	0,79	909	0,05	6 062	1 000
České Budějovice	10	0,88	875	0,07	6 842	1 000
Dolní Dvořiště	10	0,81	603	0,06	4 318	1 000
Plzeň	50	0,91	1 806	0,36	14 341	1 000
Bor	15	0,88	1 976	0,12	17 716	1 000
Rozvadov	10	0,85	1 087	0,08	9 626	1 000
Kralupy nad Vltavou	30	0,81	2 551	0,14	14 207	1 000
Lovosice	30	0,59	2 790	0,07	10 770	1 000
Teplice	50	0,95	5 588	0,24	28 220	1 000
Ústí nad Labem	35	0,64	2 904	0,10	13 481	1 000

Krásný Les	10	0,85	821	0,06	6 163	1 000
Mladá Boleslav	60	0,76	2 657	0,21	12 159	1 000
Turnov	50	0,75	3 058	0,15	12 361	1 000
Harrachov	50	0,49	1 304	0,09	4 599	1 000
Kluk	55	0,56	3 091	0,12	12 137	1 000
Hradec Králové	55	0,64	2 804	0,12	9 330	1 000
Vysoké Mýto	40	0,36	1 110	0,04	2 827	1 000
Opatovec	40	0,40	1 602	0,04	3 971	1 000
Mohelnice	40	0,39	1 501	0,04	3 722	1 000
Olomouc	45	0,54	3 123	0,06	8 294	1 000
Liberec	30	0,10	434	0,05	6 834	1 000
Hrádek nad Nisou	10	0,77	1 374	0,04	7 033	1 000

Tabulka 6-76: Porovnání aktuálních a výhledových hodnot v období den (06:00-18:00) druhého modelu

06:00-18:00	**Praha**	**Mirošovice**	**Humpolec**	**Jihlava**	**Velká Bíteš**	**Kývalka**	**Brno**
Sjezd	16 651	**17 693**	**6 787**	**8 145**	1 730	**5 352**	5 820
Nájezd	**35 577**	3 980	5 811	8 119	**1 977**	4 506	**9 315**

Tabulka 6-77: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 (1. část) – výhled, 2. model

06:00-18:00	**Vyškov**	**Hulín**	**Přerov**	**Lipník n/B**	**Bělotín**	**Český Těšín**	**Ostrava**	**Věřňo-vice**
Sjezd	**6 565**	**2 599**	**2 059**	2 610	2 420	**890**	**3 047**	1 338
Nájezd	2 894	2 076	1 586	**2 860**	**2 585**	780	2 453	**1 607**

Tabulka 6-78: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D1 (2. část) a R48 – výhled, 2. model

06:00-18:00	**Kluk**	**HK**	**Hrádek n/N**	**Liber-ec**	**Turn-ov**	**Vysoké Mýto**	**Opato-vec**	**Mohel-nice**	**Olom-ouc**
Sjezd	**7 913**	3 671	**6 895**	4 831	3 696	714	**1 799**	1 270	5 148
Nájezd	2 352	**4 509**	2 387	**5 216**	**5 086**	**811**	1 710	**1 560**	**5 671**

Tabulka 6-79: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D11 a R35 – výhled, 2. model

06:00-18:00	**Votice**	**Tábor**	**Veselí n/L**	**České Budějovice**	**Dolní Dvořiště**	**Plzeň**	**Bor**	**Rozvadov**
Sjezd	2 304	**5 681**	1 683	**5 824**	3 344	6 503	**8 774**	2 909
Nájezd	**3 747**	3 645	**4 063**	3 701	**3 782**	**7 030**	7 178	**5 069**

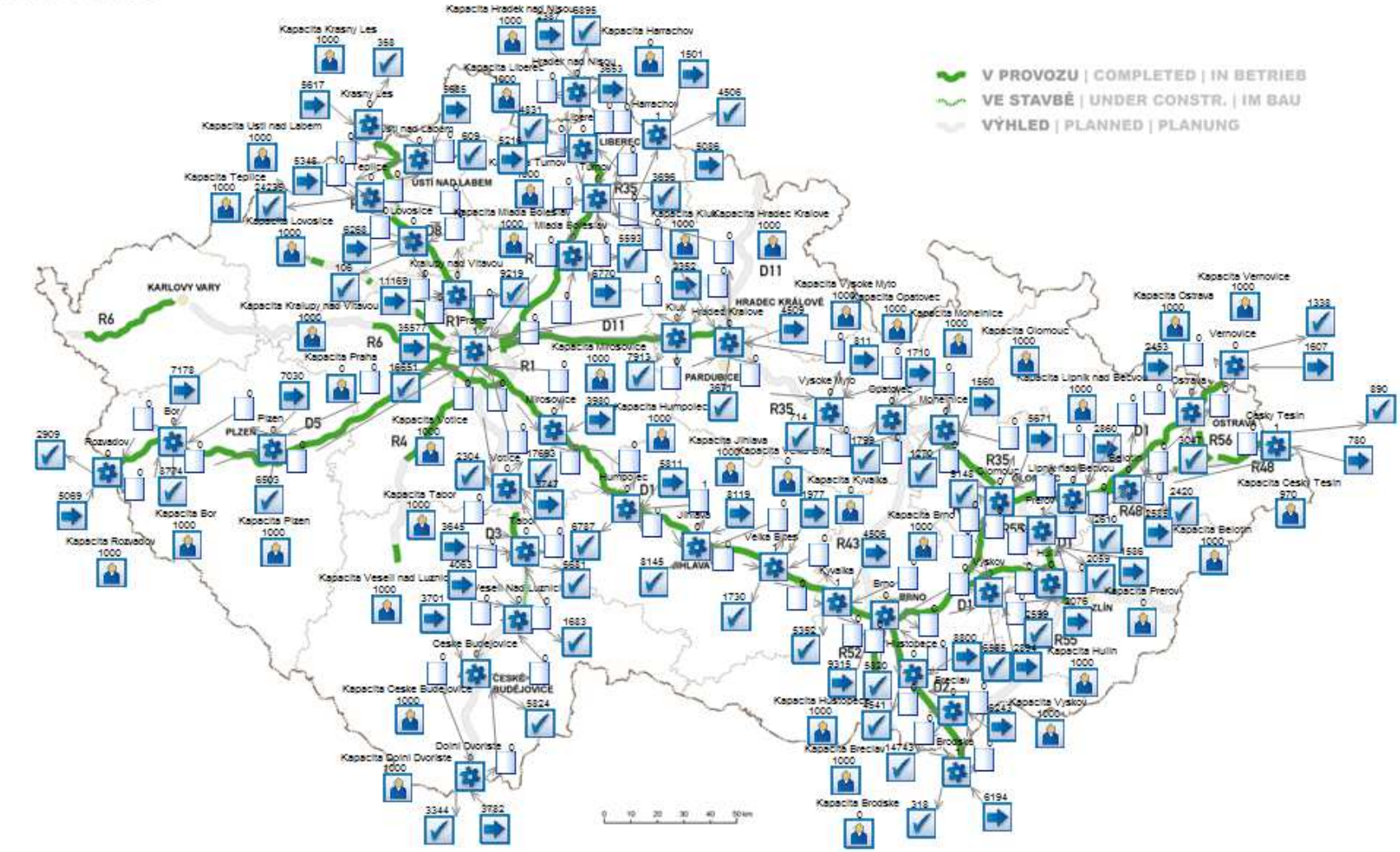
Tabulka 6-80: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D3 a D5 – výhled, 2. model

06:00-18:00	**Kralupy nad Vlt.**	**Lovosice**	**Teplice**	**Ústí n/L**	**Krásný Les**	**Ml. Bol.**	**Turn-ov**	**Harrachov**
Sjezd	9 219	106	**24 235**	609	358	5 593	3 696	**4 506**
Nájezd	**11 169**	**6 268**	5 348	**5 685**	**5 617**	**6 770**	**5 086**	1 501

Tabulka 6-81: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D8 a R10 – výhled, 2. model

06:00-18:00	**Hustopeče**	**Břeclav**	**Brodské**
Sjezd	4 541	**14 743**	318
Nájezd	**8 800**	6 243	**6 194**

Tabulka 6-82: počet nákladních vozidel na sjezdech a nájezdech D2 (06:00-18:00) – výhled, 2. model



Obrázek 6-15: model hlavních tahů ČR – výhledový stav, 2. model **Zdroj: [SIMUL8]**