

## **Komplexní dopravní koncepce města Český Krumlov**

### **N2 – Multimodální model dopravní poptávky ve městě Český Krumlov a blízkém okolí**



**Únor - Září 2017**

## OBSAH

---

1	Identifikační údaje projektu .....	3
2	Úvod .....	4
3	Struktura dopravního modelu .....	4
3.1	Model nabídky.....	4
3.2	Model poptávky.....	5
3.2.1	Rozdělení území města na dopravně-urbanistické okrsky .....	5
3.2.2	Definování vnějších zón.....	6
3.3	Propojení nabídky a poptávky .....	7
4	Model osobní dopravy.....	7
4.1	Vznik cest.....	8
4.2	Distribuce cest .....	8
4.3	Volba dopravního prostředku .....	8
4.4	Přidělení na síť.....	9
5	Model nákladní dopravy.....	10
6	Modelování navrhovaných opatření .....	11
7	Závěr .....	12
8	Přílohy.....	13



## 1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE PROJEKTU

---

Název: **Komplexní dopravní koncepce města Český Krumlov**

Část: **N2 – Multimodální model dopravní poptávky ve městě Český Krumlov a blízkém okolí**

Objednatel: **Město Český Krumlov**  
náměstí Svornosti 1  
38101 Český Krumlov

Dodavatel: **NDCON s. r. o.**  
Zlatnická 10  
11000 Praha 1



## 2 ÚVOD

---

V rámci Komplexní dopravní koncepce města Český Krumlov se zpracovává konvenční čtyřstupňový model dopravní poptávky v prostředí PTV Visum. Model je zpracován jako multimodální a na úrovni volby dopravního prostředku pracuje se všemi podstatnými druhy dopravy – pěší, cyklistickou, veřejnou hromadnou a individuální automobilovou dopravu. Na dopravní síť jsou pak přiděleny pouze dva poslední zmíněné módy.

## 3 STRUKTURA DOPRAVNÍHO MODELU

---

### 3.1 Model nabídky

---

Dopravní nabídka je v modelu Českého Krumlova tvořena dopravní sítí a nabídkou spojů veřejné autobusové dopravy na území města.

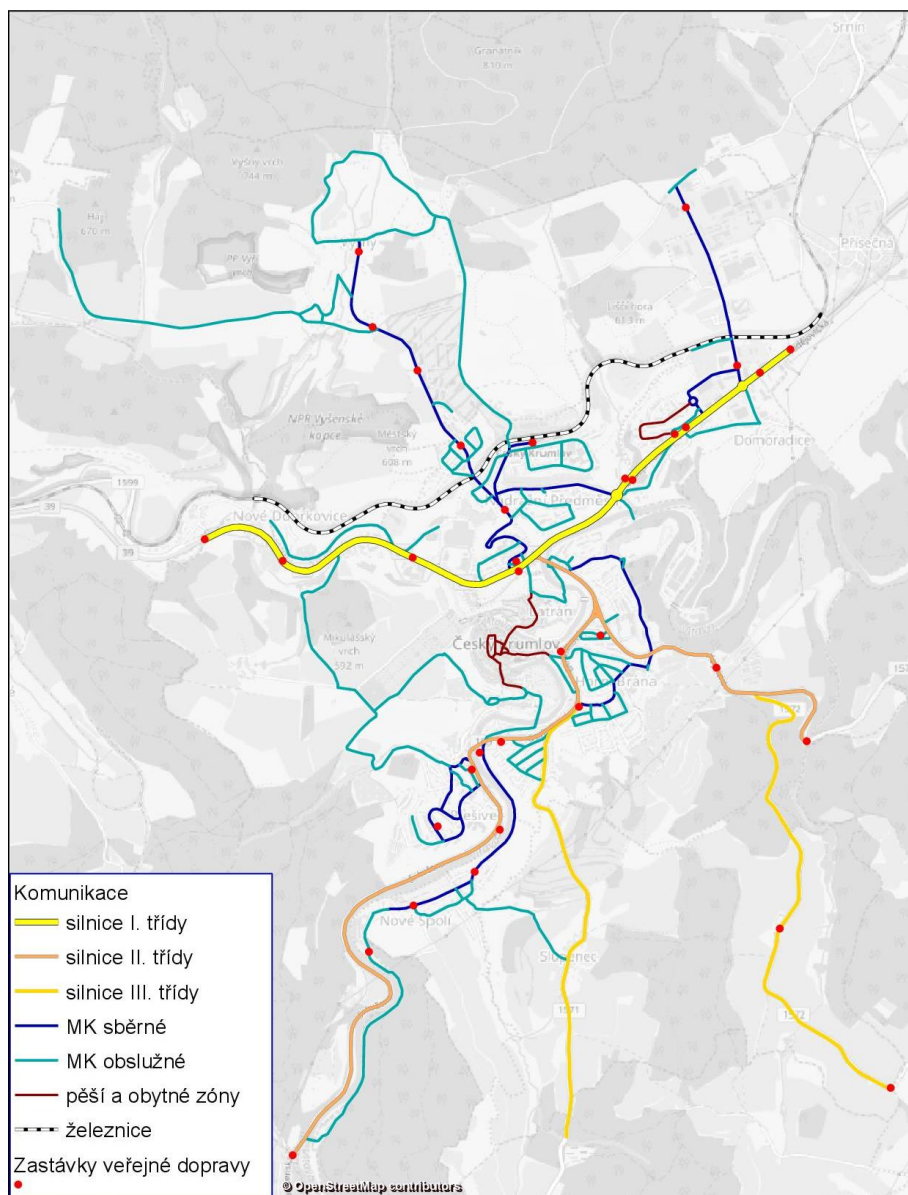
Dopravní síť je složena z následujících prvků:

- silnic I. třídy (I/39)
- silnic II. třídy (II/157, II/160)
- silnic III. třídy (III/1571, III/1572)
- sběrných místních komunikací
- dopravně významných obslužných místních komunikací

Všechny úseky komunikací obsažené v modelové síti jsou popsány z hlediska základních dopravně inženýrských veličin, především rychlostí volného dopravního proudu a kapacitou komunikace.

Nabídka spojů veřejné autobusové dopravy obsahuje veškeré linky městské, regionální i dálkové autobusové dopravy zastavující na území města Český Krumlov.





Obrázek 1 Rozsah dopravní sítě

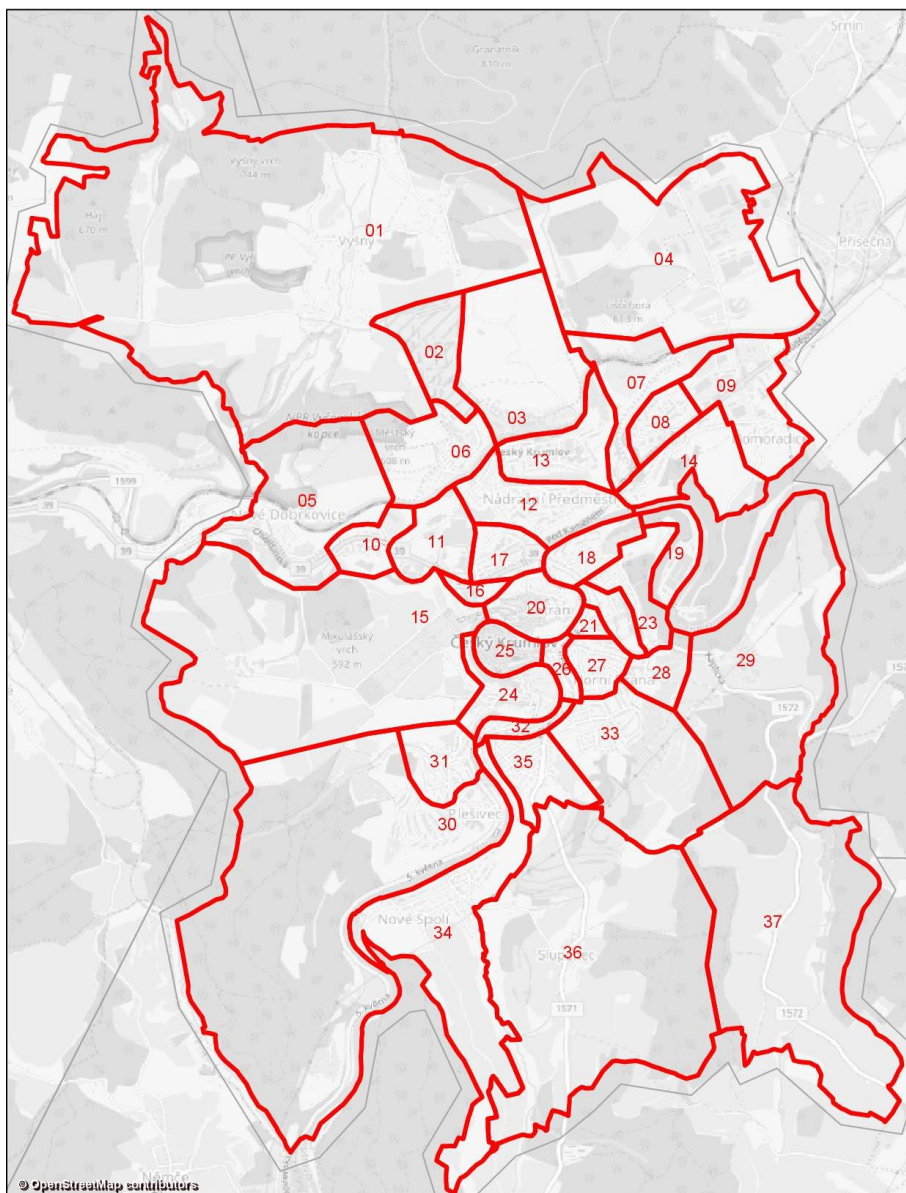
## 3.2 Model poptávky

### 3.2.1 Rozdělení území města na dopravně-urbanistické okrsky

Základními segmenty území jsou v modelu dopravní poptávky dopravně-urbanistické okrsky (zóny), které beze zbytku pokrývají správní území města Český Krumlov. Hranice těchto zón vycházejí z hranic katastrálních území, jejichž hranice byly v některých případech upraveny a katastrální území byla dále dělena z dopravních, geografických nebo demografických důvodů.

Tímto způsobem bylo pro potřeby dopravního modelu vytvořeno 37 zón, které jsou z hlediska využití území a dopravní funkce dále nedělitelné.

Tyto dopravní okrsky jsou následně popsány z hlediska demografie a z hlediska jejich atraktivity pro dopravu. Určujícími veličinami pro kvantifikaci atraktivity jsou počet pracovních míst, počet míst ve školách, nabídka služeb a turistické cíle v daném dopravním okrsku.



Obrázek 2 Dopravně-urbanistické okrsky na území města Český Krumlov

### 3.2.2 Definování vnějších zón

Z důvodu omezeného napojení Českého Krumlova na silniční síť je možné definovat pouze pět vnějších dopravních zón, které představují komunikace které propojují město Český Krumlov se zbytkem České republiky. Jsou tedy definovány vnější zóny:

- V01 - I/39 západ
- V02 - I/39 východ
- V03 - II/157
- V04 - III/1572
- V05 - II/160

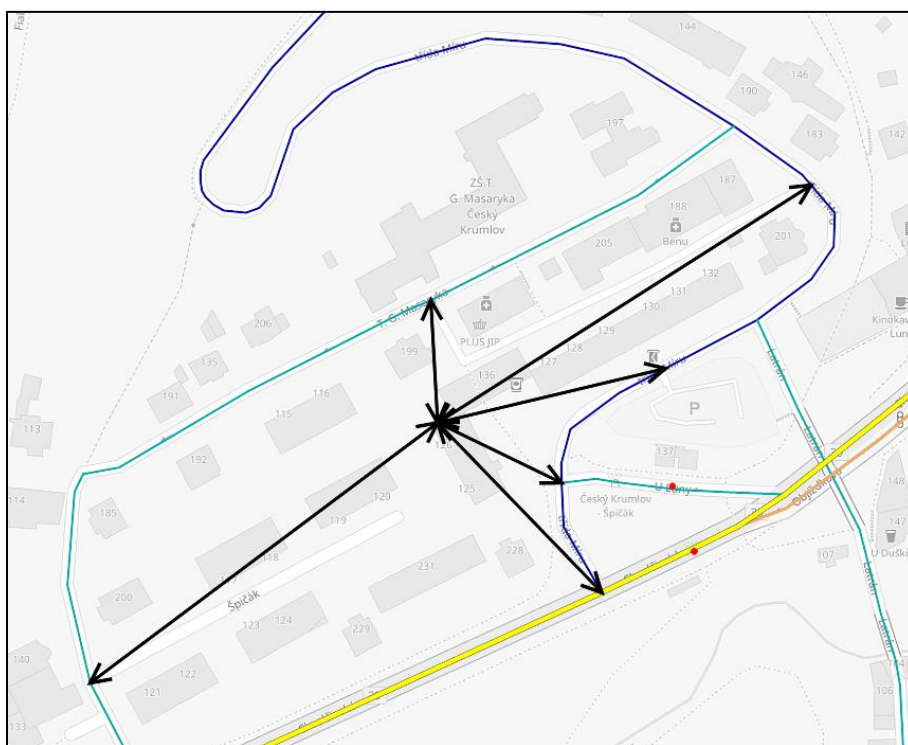
Stejně jako vnitřní zóny jsou i vnější zóny popsány z hlediska produkce a atraktivity pro dopravu. Na rozdíl od vnitřních jsou zde popsány pouze dílčí objemy dopravy provázané přímo s Českým Krumlovem. Hlavním zdrojem těchto informací jsou údaje Českého statistického úřadu o pravidelné vyjíždě a dojíždě do škol a zaměstnání.

### 3.3 Propojení nabídky a poptávky

Vzájemné propojení dopravních zón představujících poptávku po dopravě a dopravní síť prezentující nabídku je realizováno pomocí tzv. konektorů. Každá zóna může být na síť napojena teoreticky neomezeným množstvím konektorů. Existují dvě možnosti pro přidělování cest na jednotlivé konektory – první variantou je absolutní přidělení, kdy model sám vyhodnocuje, které konektor je pro danou cestu nejvýhodnější a druhou variantou je sdílené přidělení, kdy je poptávka mezi konektory přerozdělena podle předem daného procentuálního poměru. Druhá varianta je vhodná zejména pokud se v okrsku nachází nějaký významný zdroj/cíl dopravní poptávky a nebo naopak v případě, že je rozdělení poptávky v území rovnoměrné (např. bydlení v rodinných domech).

Další rozdělení konektorů je podle dopravních módů. Konektor může být přístupný buď všem a nebo jen vybraným druhům dopravy.

Konektory spojují pomyslná těžiště dopravní zóny s místy na síti, kde se nacházejí zdroje a cíle dopravní poptávky, což jsou v praxi křižovatky s obslužnými či účelovými komunikacemi, které už nejsou součástí modelové sítě anebo vjezdy do areálů, parkovišť apod. V případě konektorů využívaných pro docházku na zastávky veřejné dopravy jsou těmito body přímo samotné zastávky.



Obrázek 3 Příklad napojení zóny Špičák na síť pomocí konektorů

## 4 MODEL OSOBNÍ DOPRAVY

Model osobní dopravy je zpracován jako klasický čtyřstupňový model, kde jednotlivé kroky – dílčí modely jsou:

1. Vznik cest (Trip generation)
2. Distribuce cest (Trip distribution)
3. Volba dopravního prostředku (Mode choice)
4. Přidělení na síť (Assignment)

## 4.1 Vznik cest

---

Proces vzniku cest, tedy výpočet dopravních objemů, se skládá ze dvou částí. Pro každou zónu je vypočtena produktivita a atraktivita. Produktivita představuje počet cest, které daná zóna bez ohledu na využitý dopravní prostředek vygeneruje a atraktivita naopak počet cest, které zóna přitáhne. Výpočet obou těchto veličin probíhá obdobně, a to násobením demografických veličin popisujících zónu specifickou hybností. Hodnoty specifických hybností jsou určeny podle výsledků dotazníkového průzkumu domácností.

Atraktivita i produktivita jsou vypočteny zvlášť pro každou vrstvu poptávky. Vrstva poptávky představuje matici všech relevantních dvojic účelů cest a skupin obyvatel.

Účely cest:

- D – domov
- S – škola
- P – práce
- O – služby
- T – turismus

Skupiny obyvatel:

- Duc                    Důchodci
- Duc+A                Důchodci s možností využití auta
- Ext                    Externí
- Nez                    Ekonomicky neaktivní (nezaměstnaní, mateřské dovolené apod.)
- Nez+A                Nezaměstnaní s možností využití auta
- Prac                   Ekonomicky aktivní (zaměstnanci a podnikatelé)
- Prac+A               Pracující s možností využití auta
- Stud                   Žáci/Studenti
- Stud+A               Žáci/Studenti s možností využití auta
- Tur                    Turisté

Celkem model osobní dopravy pracuje se 76 vrstvami poptávky.

## 4.2 Distribuce cest

---

Pro distribuci cest je použit gravitační model, kde je specifikum každé vrstvy poptávky popsáno pomocí distribuční funkce, jejíž parametry jsou odvozeny z výsledků dotazníkového průzkumu domácností. Z průzkumu je vypočtena pravděpodobnost vzniku cesty určité délky pro každou vrstvu poptávky a jako soubor odporových hodnot je použita matice vzdáleností mezi zónami v rozdělení dle možnosti využití osobního automobilu.

Výsledkem tohoto kroku jsou matice dopravní poptávky pro všechny poptávkové vrstvy.

## 4.3 Volba dopravního prostředku

---

Pro výpočet dělby přepravní práce je použit model generalizovaných nákladů. Parametry jsou převzaty z metodického manuálu multimodálního modelování osobní dopravy v českém prostředí (MD ČR, 2009) a nadále zkalibrované, tak aby odpovídaly současné době a především lokálním specifickým.

Použitý vzorec pro určení generalizovaných nákladů pro individuální automobilovou dopravu:

$$V_{IAD} = D_{IAD} \cdot P_{IAD} / O_{IAD} + T_{IAD} \cdot H_{IVT} + Pr_{IAD} \cdot W_{PR} \cdot H_{IVT} + K_{IAD}$$



$D_{IAD}$	délka cesty [km]
$P_{IAD}$	provozní náklady na km cesty
$O_{IAD}$	průměrná obsazenost osobních aut
$T_{IAD}$	doba trvání cesty [min]
$H_{IVT}$	vnímaná minutová hodnota času osoby ve vozidle
$Pr_{IAD}$	čas docházky na začátku a konci cesty [min]
$W_{PR}$	koeficient poměru vnímané hodnoty času docházky oproti času strávenému ve vozidle

Pro pěší a cyklistickou dopravu z tohoto vzorce zůstává pouze část popisující cenu času stráveného ve vozidle, resp. na jízdním kole a chůzi:

$$V_{C,P} = T_{IAD} \cdot H_{IVT} + K_{C,P}$$

Použitý vzorec pro určení generalizovaných nákladů pro veřejnou hromadnou dopravu:

$$V_{HD} = J + T_{HD} \cdot H_{IVT} + Pr_{HD} \cdot W_{PR} \cdot H_{IVT} + C \cdot W_C \cdot H_{IVT} + P \cdot K_P + K_{HD}$$

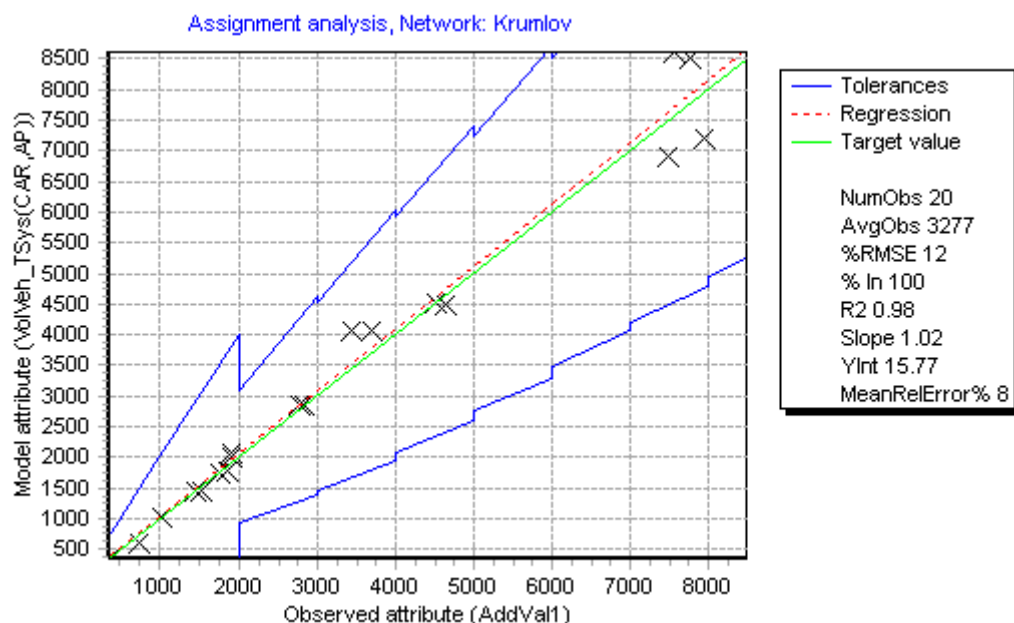
$J$	jízdné
$T_{IAD}$	doba trvání cesty [min]
$H_{IVT}$	vnímaná minutová hodnota času osoby ve vozidle
$Pr_{HD}$	čas docházky na začátku a konci cesty a čas chůze při přestupech [min]
$W_{PR}$	koeficient poměru vnímané hodnoty času docházky oproti času strávenému ve vozidle
$C$	doba čekání na zastávce [min]
$W_C$	koeficient poměru vnímané hodnoty času čekání oproti času strávenému ve vozidle
$P$	počet přestupů
$K_P$	konstanta přestupu v Kč (penalizace za nepohodlí přestupu)

Vnímaná hodnota času je odvozená od průměrné čisté měsíční mzdy v regionu, která je uvažovaná 20 571,- Kč a vnímaná minutová hodnota času je v závislosti na možnosti využití osobního automobilu 0,32 Kč, pokud nemám k dispozici osobní auto a 0,51 Kč, pokud auto k dispozici mám.

#### 4.4 Přidělení na síť

Zatížení dopravní sítě je spočítané s pomocí stochastických algoritmů zohledňujících omezenou kapacitu dopravní nabídky, jak pro individuální tak hromadnou dopravu.

Pro výpočet zatížení individuální automobilové dopravy byl použit algoritmus Equilibrium, pomocí kterého je dosaženo optimálního stavu prostřednictvím srovnávání intenzit a kapacity v několika iteracích. Pro výpočet zatížení veřejné dopravy byl využit algoritmus Timetable, který pracuje s kompletním jízdním řádem všech linek včetně typu a kapacity vozidel.

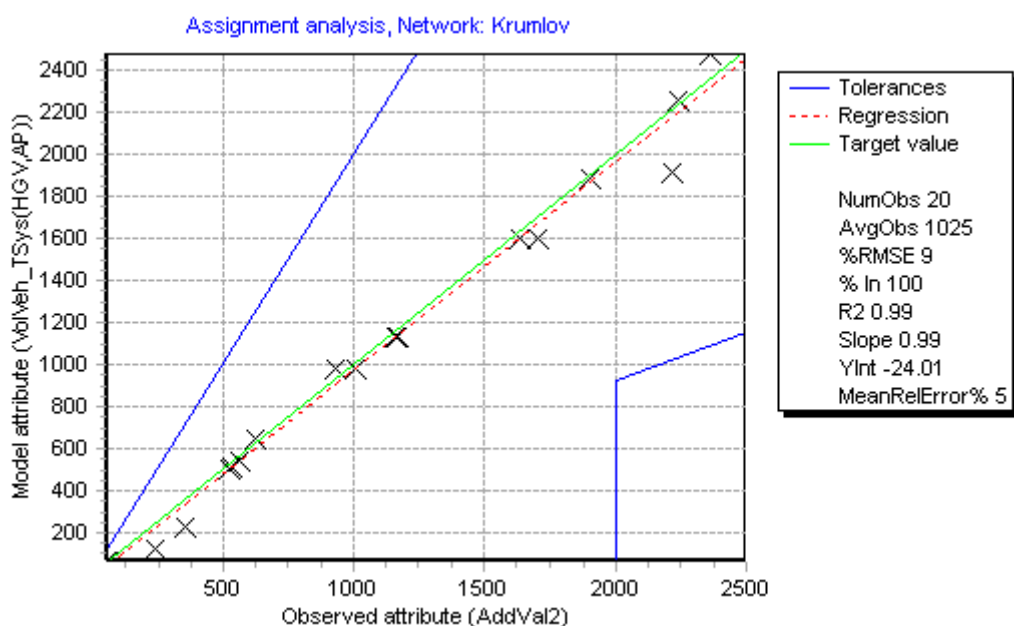


Obrázek 4 Statistika kalibrace zatížení individuální automobilové dopravy

## 5 MODEL NÁKLADNÍ DOPRAVY

Nákladní doprava je od začátku modelována společně s dopravou osobní. O nákladní dopravě existuje oproti osobní daleko méně informací, jelikož se jedná převážně o neveřejná data soukromých společností. Pro tvorbu a distribuci cest je základním předpokladem úvaha, že nákladní doprava je generovaná v závislosti na lidské pracovní činnosti a tedy, že množství nákladní dopravy úzce souvisí s počtem pracovních míst v dané zóně. Tímto způsobem byla vytvořena matice nákladní dopravy, která byla následně kalibrována podle výsledků dopravních průzkumů.

Přidělení na síť proběhlo obdobně jako u osobních automobilů pomocí iteračního algoritmu Equilibrium.



Obrázek 5 Statistika kalibrace zatížení nákladní automobilové dopravy

## 6 MODELOVÁNÍ NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

Uspokojivě zkalibrovaný model současného stavu byl následně využit pro modelování stavebních opatření a rozvoje území. Pro zatěžování sítě byla použita poptávka odpovídající současnému stavu a prognostická matice pro návrhový horizont územního plánu 2035. Prognostická matice byla vytvořena tak, že vnitřní zóny byly navýšeny o předpokládaný rozvoj dle návrhu nového územního plánu a na vnější zóny byly aplikovány růstové koeficienty v souladu s TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy. Následně byl s touto navýšenou poptávkou celý model znovu přepočítán.

Předpokládaný přírůstek obyvatelstva je v následující tabulce, přičemž skladba obyvatelstva je uvažována stejná jako současná.

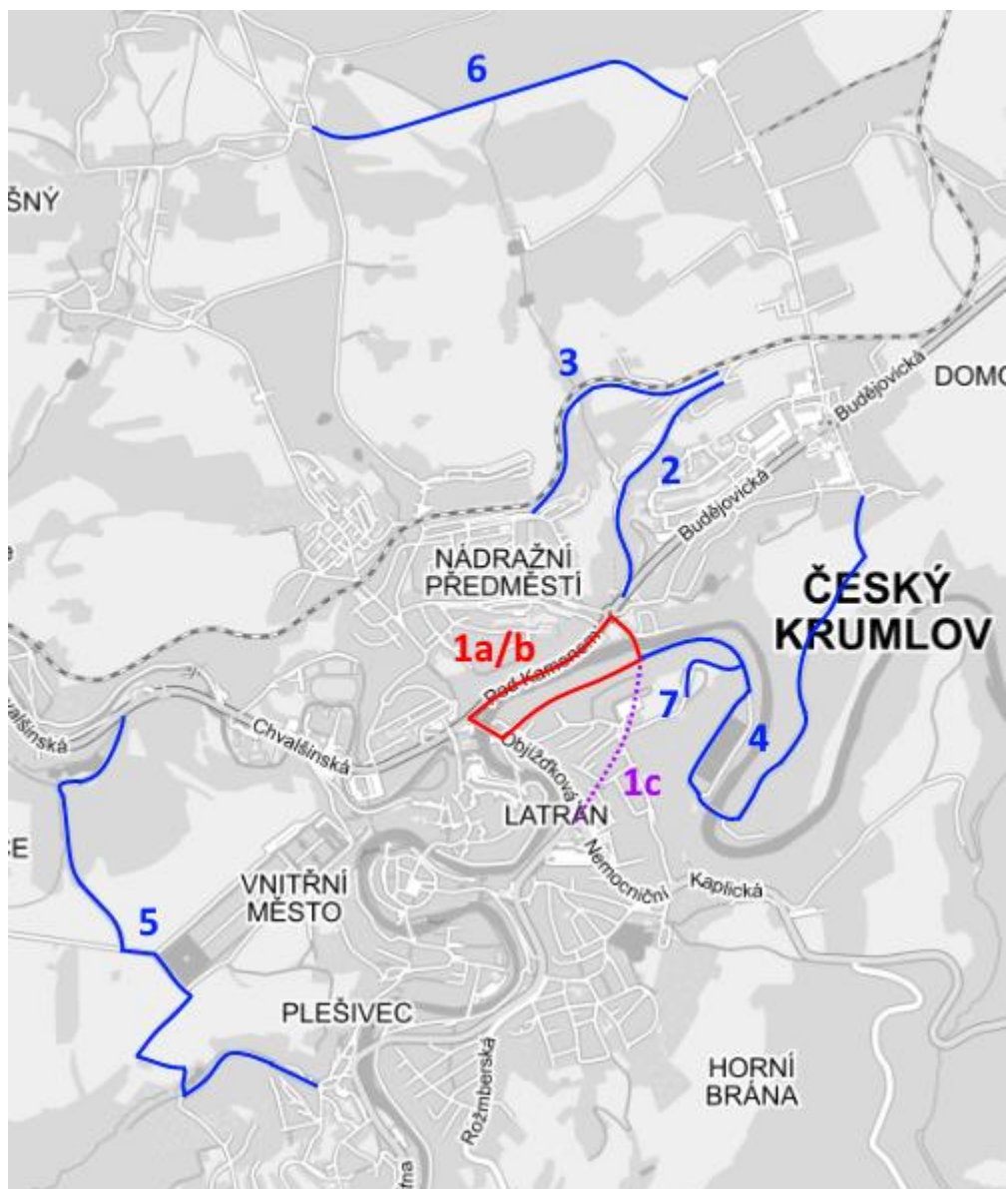
Tabulka 1 Rozvojové plochy dle návrhu nového ÚP:

místní část	ozn	předpokládaný přírůstek [2017 - 2035] počtu ...		... bytů		... obyvatel		
		k.ú.	lokalita	bytů v RD	bytů v BD	ob. v RD	ob. v BD	ob. celkem
10	A	Vyšný		275	220	701	495	1196
5	F	Kladné - Dobrkovice		9		23		23
4	D	Český Krumlov	Nádražní Předměstí - Vyšehrad	8		20		20
1	B1	Přísečná - Domoradice	Tovární	180		459		459
1	B2	Přísečná - Domoradice	Mír + jih	195	220	497	495	992
1	B3	Český Krumlov	Jitona (brownfield)		130		292	292
2	C	Český Krumlov	Horní Brána	76		181		181
7	E	Český Krumlov	Plešivec	10		26		26
8	G	Slupenec		8		20		20
6	H	Spolí - Nové Spolí		25		64		64
		Čes Krumlov celkem		786	570	1991	1282	3273

Každé opatření je vytvořeno jako samostatná modifikace modelu stávajícího stavu, které je možné libovolně kombinovat, a vymodelovat tak jednotlivé návrhové scénáře.

Modelovaná stavební opatření:

1. Variantní řešení uzlu u Porákova mostu
  - a. Okružní systém s novou komunikací skrz Ambit
  - b. Obousměrný systém s novou komunikací skrz Ambit
  - c. Tunel
2. Zlepšení parametrů stávající/nová obousměrná komunikace pro osobní automobily ve stopě dnešní ulice Za Jitonou
3. Nová komunikace podél železniční trati mezi sídlištěm Za Nádražím a sídlištěm Mír
4. Zlepšení parametrů stávající/nová komunikace Domoradice – ČOV – Ambit
5. Zlepšení parametrů stávající komunikace Plešivec – Zámecká zahrada – Chvalšinská
6. Zlepšení parametrů stávající komunikace Vyšný – Tovární
7. Nová komunikace pro obsluhu rozvojového území za heliportem



Obrázek 6 Modelovaná opatření stavebního charakteru

## 7 ZÁVĚR

Byl vytvořen klasický čtyřstupňový multimodální dopravní model pro potřeby Komplexní dopravní koncepce města Český Krumlov. Byl modelován stávající stav, který byl kalibrován podle výsledků dopravních průzkumů realizovaných v listopadu 2016. Kalibrací modelu bylo dosaženo uspokojivé shody s daty z průzkumů – v případě osobní dopravy je průměrná relativní odchylka 8 % a u nákladní dopravy 5 %.

Model stávajícího stavu byl následně využit pro testování navrhovaných stavebních opatření, zjištění vlivu nových rozvojových ploch na zatížení sítě a pro dopravní prognózu pro návrhový horizont územního plánu 2035. Výsledky testování jednotlivých opatření, případně scénářů, jsou prezentovány v konkrétních plánech pro jednotlivé druhy dopravy.

## 8 PŘÍLOHY

---

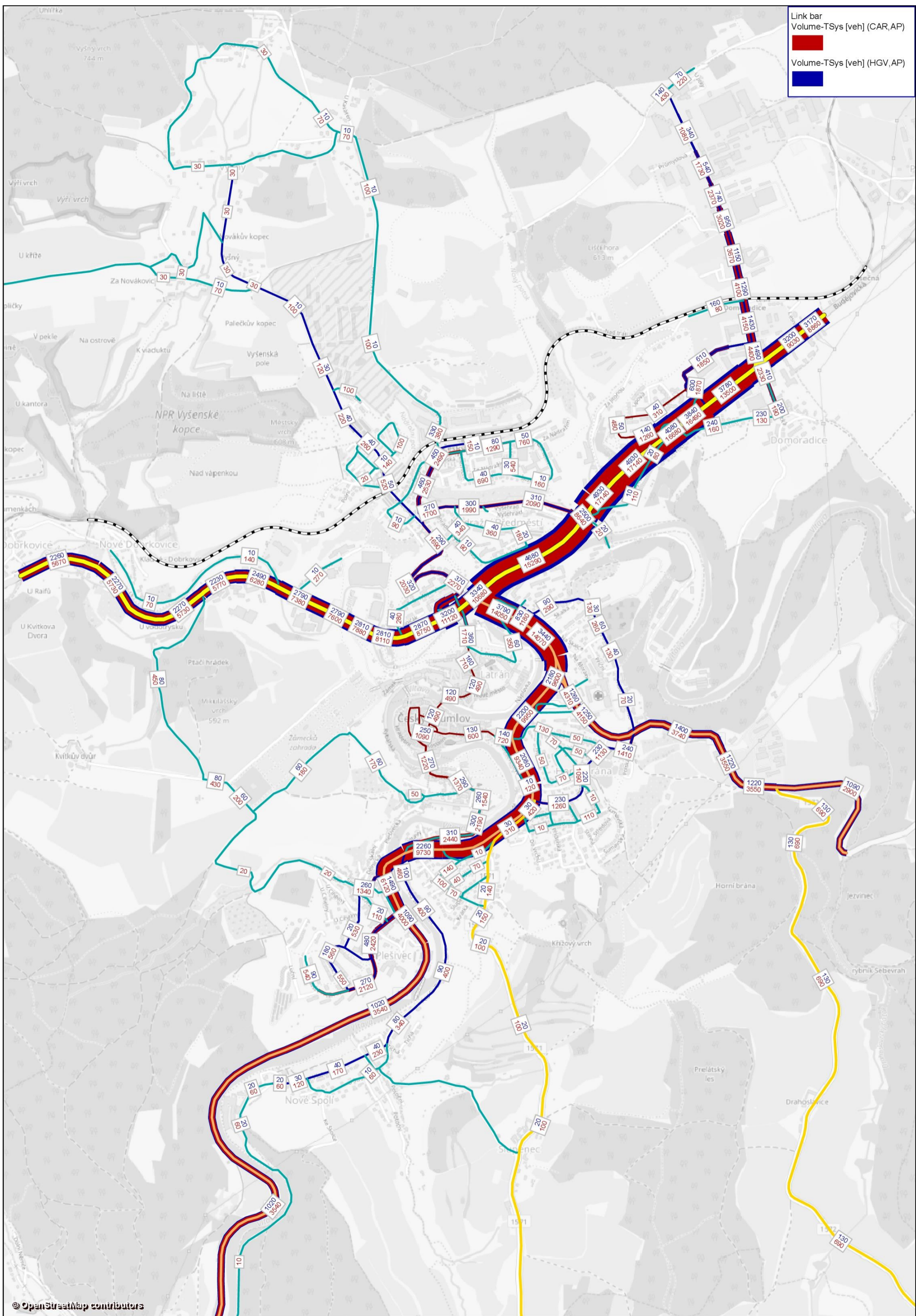
Příloha 1 – Kartogram automobilové dopravy (stávající stav)

Příloha 2 – Kartogram veřejné hromadné dopravy (stávající stav)



## Příloha 1 – Kartogram automobilové dopravy (stávající stav)

Link bar  
 Volume-TSsys [veh] (CAR,AP)  
  
 Volume-TSsys [veh] (HGV,AP)



## Příloha 2 – Kartogram veřejné hromadné dopravy (stávající stav)



Link bar  
Volume PuT [Pers] (AP)

