

## **Strategie rozvoje dopravy města Hodonín**

### **Návrhová část**

### **Příloha: Matematický model**

Stávající stav a prognóza  
čistopis

OBSAH:

<b>1</b>	<b>Předmět díla a podklady</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Teorie dopravního modelu</b>	<b>6</b>
2.1	Krok 1: Generování dopravních objemů	10
2.2	Krok 2: Výpočet dopravních vztahů	11
2.3	Krok 3: Dělbá přepravní práce	12
2.4	Krok 4: Zatěžování	14
2.5	Krok poslední: Korekce	16
2.6	Prognóza	17
<b>3</b>	<b>Základní rámec modelu</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>Nabídka (Supply)</b>	<b>19</b>
4.1	Individuální a nákladní doprava (PrT)	19
4.2	Veřejná doprava (PuT)	22
<b>5</b>	<b>Poptávka (Demand)</b>	<b>22</b>
5.1	Objem vnitřních cest a charakteristické účely (trip rate & purpose)	24
5.2	Socioekonomické ukazatele (Socio-economic indicators)	25
5.3	Distribuce (Distribution)	28
5.4	Volba dopravního módu (Mode choice)	29
<b>6</b>	<b>Zatížení (Assignment)</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>Kalibrace (Correction)</b>	<b>34</b>
7.1	Distribuce cest	34
7.2	Modal split	34
7.3	Kalibrace výsledné poptávky	35
<b>8</b>	<b>Prognóza</b>	<b>37</b>
8.1	Scénáře a horizonty	37
8.2	Nabídka	37
8.3	Poptávka	37
<b>9</b>	<b>Závěr a shrnutí</b>	<b>41</b>

**Zpracovatel:**

Název firmy:

Zpracovatel:

Místo podnikání:

Telefon:

E-mail:

IČ:

DHV PRO, spol. s r.o.

Ing. Daniel Bárta, Ing. Václav Starý

Kounicova 688/26, 602 00 Brno

603 875 291

vaclav.stary@dhvpro.cz

09754083

# 1 Předmět díla a podklady

Matematický dopravní model města Hodonín byl vytvořen pro potřeby plánu udržitelné mobility. Dopravní model byl zpracován jako poptávkový čtyřstupňový, sekvenční, multimodální s dopravními prostředky: chůze, kolo, motorová osobní doprava, hromadná doprava, kterou doplňuje lehká, střední a těžká nákladní motorová doprava.

## Podklady ke zpracování modelu byly:

Socioekonomické ukazatele (SEU):

- Otevřená data [Sčítání lidí domů a bytů 2021](#), ČSÚ 2023
- [Registr sčítacích obvodů a budov](#) (RSOB), ČSÚ 2021
- [Registr ekonomických subjektů](#) (RES), ČSÚ 2021
- [Registr škol a školských zařízení](#) (RSSZ), MŠMT 2021
- [Národní registr poskytovatelů zdravotních služeb](#) (NRPZS), ÚZIS 2021
- POI a highway from Planet OpenStreetMap (OSM), OSM Foundation 2023

Průzkumy mobility a intenzit:

- SUMP – Průzkum dopravního chování, DHV PRO 2023
- SUMP – Analytická část a průzkumy: Průzkum směrový, křižovatkový, profilový a MHD, UDIMO 2021
- Koncepce dopravy města Hodonín, Průzkumy a rozbor, T-plan 2013
- Výsledky [Celostátního sčítání dopravy 7-10/2020 a 4-6/2021](#) (CSD 2021), ŘSD 2022
- Celkový pentlogram, [Plán dopravní obslužnosti JmK pro 2022-2026](#), KORDIS 2021
- [Validačné dopravno-inžinierske prieskumy](#) na cestách I. a II. triedy CSD 2021, SSC SK 2020
- Průzkum dopravního chování [Česko v pohybu](#) (PDCH), CDV 2020
- Dopravní chování obyvatel BMO, část [experiment vyjádřených preferencí](#), CDV 2017

Softwarové nástroje a metodiky:

- [Manuál](#) VISUM v2023, PTV 2022
- [User manual](#) QGIS v3.32, OSGeo 2023
- [Documentation](#) Biogeme v3.2.12, Michel Bierlaire 2023
- [Transportation Land-Use Modeling & Policy](#), UTA 2023
- Rob van Nes: [CIE4801 Transportation and spatial modelling. Modal split](#), TU Delft 2020
- Michal Šimeček: [Výzkum diskrétních voleb](#), CDV 2019
- TP 189 [Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích](#), EDIP 2018
- [Metodika pro tvorbu a hodnocení makroskopických dopravních modelů](#), CDV 2017
- [Multimodal macroscopic transport modelling](#), PTV 2016
- [Prováděcí pokyny pro hodnocení efektivnosti investic projektů železniční infrastruktury](#), MDCR 11/2013
- Pokyny pro zpracování přepravních prognóz a jejich výstupů, SŽDC 2011
- Metodický manuál multi-modálního modelování osobní dopravy v českém prostředí, VAV č. CG721-045-190, Jacobs 2010
- [Report 365: Travel estimation techniques for Urban planning, NCHRP 1998](#)

Prognóza národní a regionální:

- [Projekce obyvatelstva v krajích ČR do roku 2070](#), ČSÚ 2019
- TP 225 [Prognóza intenzit dopravy](#), EDIP 2018
- [Rezortní metodika pro hodnocení ekonomické efektivnosti dopravních staveb](#), Příloha 7: Metodika pro zpracování přepravních prognóz investičních staveb malého rozsahu, SŽDC/SFDI 2017



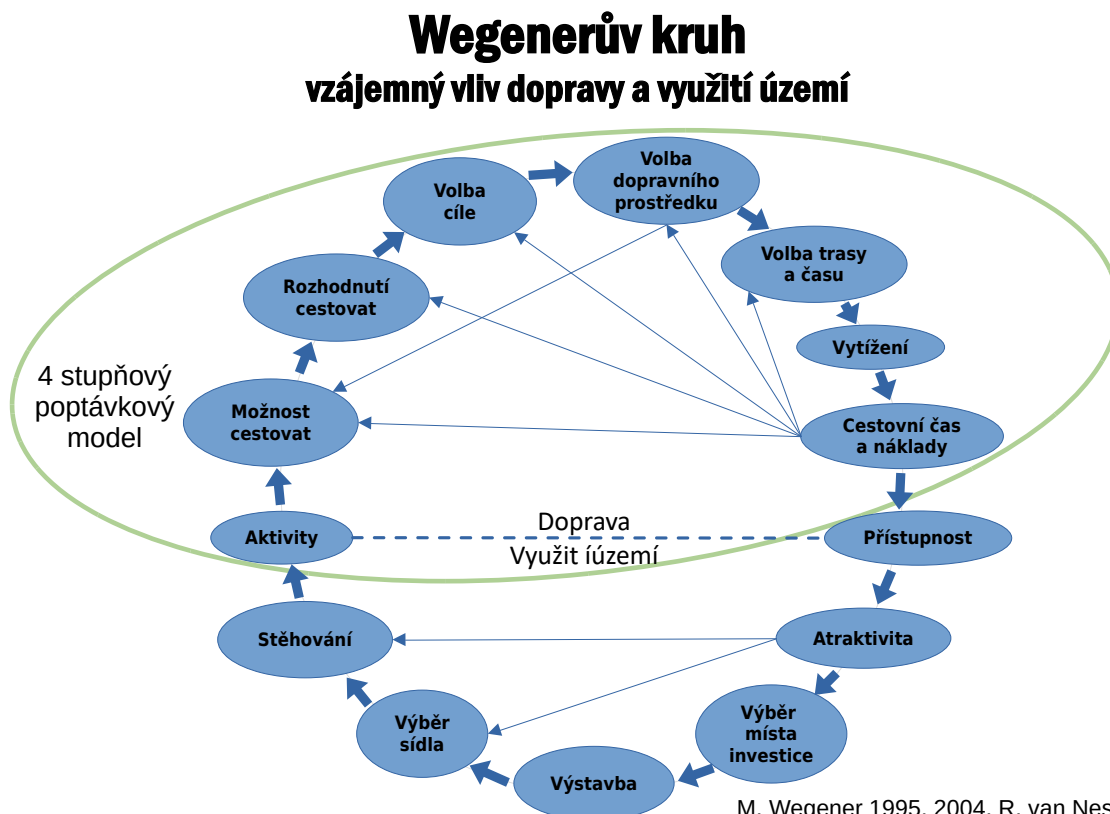
- [Zásady územního rozvoje](#) po aktualizaci č. 2 (ZÚR), Knesl+Kynčl 2020
- [Model silniční dopravy pro výhledovou síť JMK](#), HBH 2009
- [Dokumentace EIA240](#): Rychlostní silnice R55 v úseku Rohatec – Břeclav, HBH 2009

Prognóza lokální:

- [Dokončené byty v obcích v letech](#) 1997-2022, ČSÚ 2023
- [Územní plán](#) po 3. změně, Hodonín 2023
- Informační leták D55 stavby 5511-5513, ŘSD 2023
- Informační leták I/51 Hodonín-obchvat, ŘSD 2021
- ZÚR Jmk po 2. změně, K+K 2020
- Model silniční dopravy pro síť Jihomoravského kraje, HBH 2014

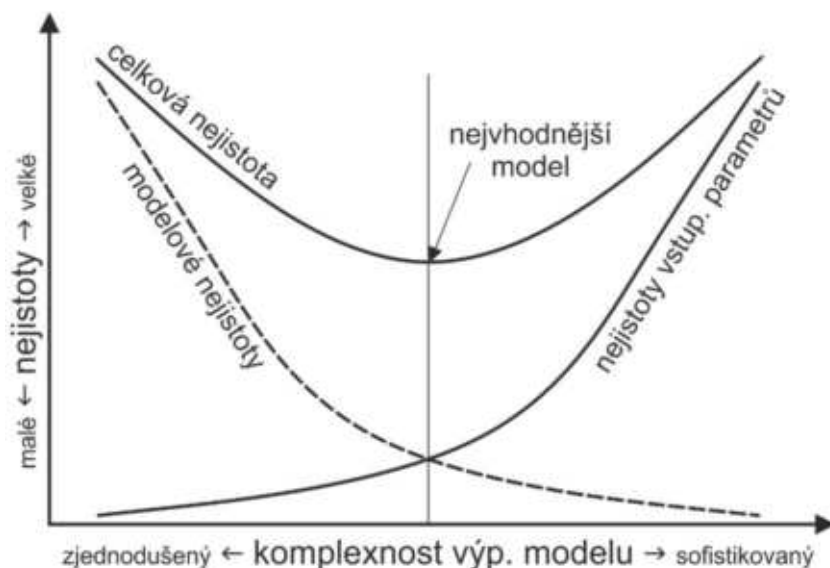
## 2 Teorie dopravního modelu

Z obecného hlediska slouží makroskopický dopravní model k nalezení optimální varianty možného rozvoje dopravního systému města nebo regionu. Zpravidla se jedná o pomoc při plánování dopravy (analýza potřeb a návrh koncepčních řešení) a posuzování přínosů a nákladů nových infrastrukturních, dopravně-organizačních a technických opatření (např. nová silnice nebo cyklostezka, linka veřejné dopravy, záchytné parkoviště, nákupní centrum, omezení vjezdu, zavedení parkovacích zón apod.). Dopravní model jako nástroj pro rozhodování o mobilitě je přímo navázán na územní plánování zejména skrze výstavbu zdrojů a cílů cest a návazné dopravní infrastruktury.



Obrázek 1: Vzájemný vliv mezi dopravou a územním plánováním na [Wegenerově kruhu](#), zdroj: [Rob van Nes: CIE4801 Transportation and spatial modelling, Modal split, TU Delft 2018, str. 17.](#)

Dopravní model je zjednodušená reprezentace části reálného světa, a to do té míry generalizovaná, aby přiměřená komplexita modelu a nepřesnost vstupních parametrů poskytovali příznivou míru nejistot výsledků. Jedná se o analytický nástroj, který umožňuje systematické zobrazení vývoje a změn v dopravě v reakci na vývoj a změnu vstupních údajů modelu. Vstupními údaji jsou zpravidla velikost, struktura a chování dopravní poptávky (obyvatelstvo, lokalizace služeb, stupeň automobilizace apod.) a dopravní nabídka (dopravní síť, linky hromadné dopravy, umístění a časová dostupnost parkovišť, finanční náklady dopravy apod.).



Obrázek 2: Složitost matematických modelů a nejistota výstupů v závislosti na jeho komplexitě a vstupních parametrech, zdroj: [Metodika hodnocení spolehlivosti mostů a tunelů na pozemních komunikacích v mimořádných situacích, ČVUT, UO 2016, str 18.](#)

Dopravní chování obyvatel je popsáno pomocí matematických funkcí, proto dopravní modely umožňují predikce budoucího stavu v závislosti na vývoji a změnách dopravní poptávky a dopravní nabídky v čase a prostoru. Výstupy dopravního modelu jsou intenzity vozidel na dopravní síti a předpokládané přepravní vztahy mezi zónami modelu (TAZ – traffic analyst zones).

Poptávkové modely jsou postaveny na základních jednotkách mobility, a to mohou být:

- **cesty** – (trip based model) – typické denní cesty obyvatel (domov-práce, práce-oběd, obchod-domov), dopravní chování reprezentují průměrné denní dopravní proudy mezi zdroji a cíli,
- **řetězce cest** – (TBM, tour based model) – typické denní vzorce cest obyvatel (domov-škola-práce, práce-obchod-domov), dopravní chování reprezentují průměrné denní dopravní proudy mezi zdroji, mezizastávkami a cíli,
- **aktivity** – (ABM, activity based model) – aktivity obyvatel vzhledem k průběhu části dne (domov-práce-oběd, pobyt v zaměstnání, práce-obchod-domov, pobyt doma), nejde už o přepravní proudy, možno vztahovat na konkrétní domy v konkrétním časovém období.<sup>1</sup>

Modely typu trip based jsou dvojího typu:

<sup>1</sup> Castiglione J., Bradley M., Gliebe J.: [Activity Based Modeling Primer](#), NSA 2015

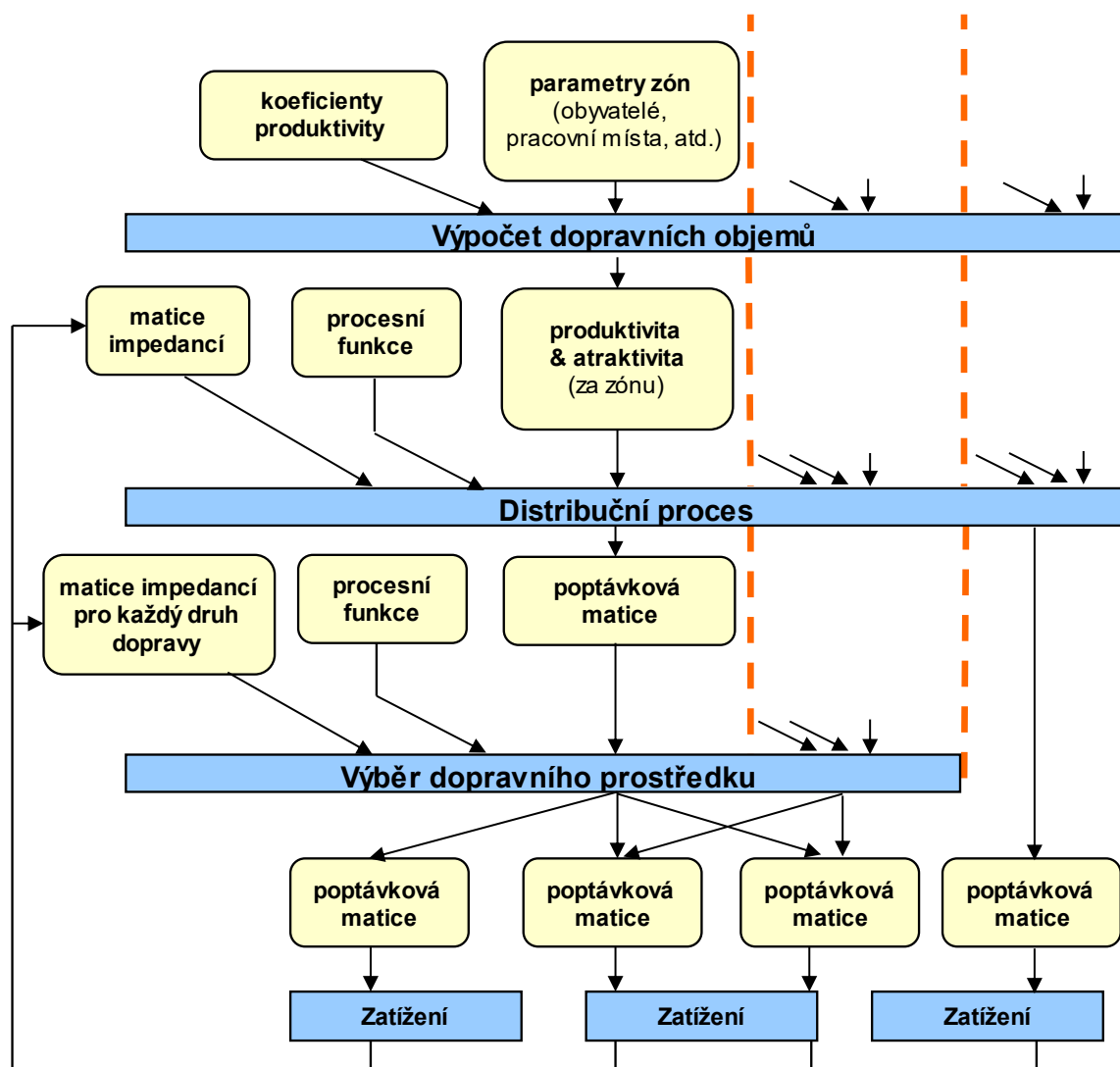
- **trip interchange** – po distribuci cest je přistoupeno k výpočtu modal splitu ve třetím kroku na základě vztahů zdroj-cíl a rozhodující je výhodnost cesty (vlastnosti osob jsou řešeny segmentací na úrovni účelů cest),
- **trip end** – výpočet modal splitu je ve druhém kroku na úrovni zón a rozhodující jsou tedy skupiny osob v dané lokaci. Následně je po jednotlivých módech provedena distribuce.

Tento model je realizován jako poptávkový, standardní 4stupňové koncepce se sekvenčním výpočtem jednotlivých stupňů, založený na cestách (standard, trip based, trip interchange, 4step model with sequential calculation):

1. Generování dopravních objemů (Trip generation),
  2. Výpočet dopravních vztahů (Trip distribution),
  3. Dělbá přepravní práce (Mode choice),
  4. Přidělení dopravní poptávky na dopravní síť (Route assignment).
- volitelně Kalibrace (Demand matrix correction)

Čtyřstupňový model lze také ilustrovat na otázkách:

1. Budu cestovat?
2. Kam pojedu?
3. Čím pojedu?
4. Kterou trasou vyberu?



*Obrázek 3: Princip 4stupňového modelu s postupným výpočtem, zdroj: User Manual PTV VISUM 2022 str. 215.*

Dopravní model má tři základní prvky (vrstvy):

- dopravní poptávku,
- dopravní nabídku a
- generalizované náklady, což jsou náklady cesty převedené na společnou jednotku.

Všechny tyto prvky se navzájem ovlivňují: dopravní poptávka má vliv na generalizované náklady a dopravní nabídka pomáhá generalizované náklady definovat. Generalizované náklady ovlivňují poptávku, poptávka stimuluje nabídku.

Generalizované náklady jsou vyjádřeny užítkovou funkcí, která vystupuje v jednotlivých krocích tvorby modelu poptávky upravená, zpravidla zjednodušená o konstanty a nedostupné nebo nezávislé proměnné. Klíčovým vstupem je čas a vzdálenost. Do finančních nákladů na konkrétní cestu jsou započítávány jen přímo vynaložené prostředky z pohledu uživatele, tj. jde jen o cenu jízdenky (zónové nebo kilometrické) a pohonné hmoty. Chůze a jízda na kole je tak zdarma, automobil 4 Kč/km (pokud je v autě pouze řidič), hromadná doprava 1 Kč/km v cenách roku 2022. Při rozhodování, jaký dopravní prostředek pro konkrétní cestu zvolím, nehrají náklady na pořízení dopravního prostředku, externality či dotace do hromadné dopravy významnou roli.<sup>2 3</sup>

$$U_{ij} = a + b \times IVTT + c \times OVTT + d \times DIS + e \times COST$$

Obrázek 4: Obecný vzorec užítkové funkce, kde „ $U_{ij}$ “ je užítková funkce,

„ $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$ “ jsou parametry (váhy) modelu,

$IVTT$  čas cesty v dopravním prostředku,

$OVTT$  čas cesty mimo dopravní prostředek (přístup na zastávku/k autu, čekání na spoj, parkování auta),

$DIS$  topologická vzdálenost,

$COST$  jsou přímé finanční náklady (tzv. přímé výdaje z vlastní kapsy),

upraveno podle zdrojů: Metodika dopravních modelů, CDV 2017, str. 47,

Report 365: Travel estimation techniques for Urban planning, NCHRP 1998, str. 63,

[Mode choice models](#), Transportation Land-Use Modeling & Policy, UTA 2023.

## 2.1 Krok 1: Generování dopravních objemů

**První fázi** je výpočet dopravních objemů na základě produktivity a atraktivity jednotlivých dopravních zón odděleně pro jednotlivé účely dopravních cest. Produktivita a atraktivita je získána z násobku konkrétního socioekonomického ukazatele a koeficientem atraktivity nebo produktivity (trip rates). Např. účel Domov-Práce má produktivitu rovnou počtu obyvatel násobenou příslušným koeficientem a atraktivitu rovnou počtu pracovních míst násobenou příslušným koeficientem.

$$Q_i = \sum_g \alpha_g \times SG_g(i)$$

Obrázek 5: Vzorec Trip generation, kde „ $Q_i$ “ je produktivita/atraktivita v zóně „ $i$ “, „ $\alpha_g$ “ koeficient počtu cest na jednotku v daném účelu „ $g$ “, „ $SG_g$ “ je socioekonomický ukazatel odpovídající danému účelu, zdroj: User Manual PTV VISUM 2022 str. 229.

<sup>2</sup>P.A. Singleton: [The Theory of Travel Decision-Making](#), PSU 2015

<sup>3</sup> M. Trepáčová, V. Kurečková, P. Zámečník, P. Řezáč: [Advantages and disadvantages of rail transportation as perceived by passengers](#), CDV 2020

## 2.2 Krok 2: Výpočet dopravních vztahů

**Druhým krokem** je výpočet dopravních vztahů (O-D pairs) mezi zónami pro každý účel, a to pomocí gravitační metody na základě dopravních objemů a užitkové funkce (náklady). Je analogií gravitačního zákona, kde gravitační síla je dána součinem konstanty, hmotnosti a vzdálenosti těles.

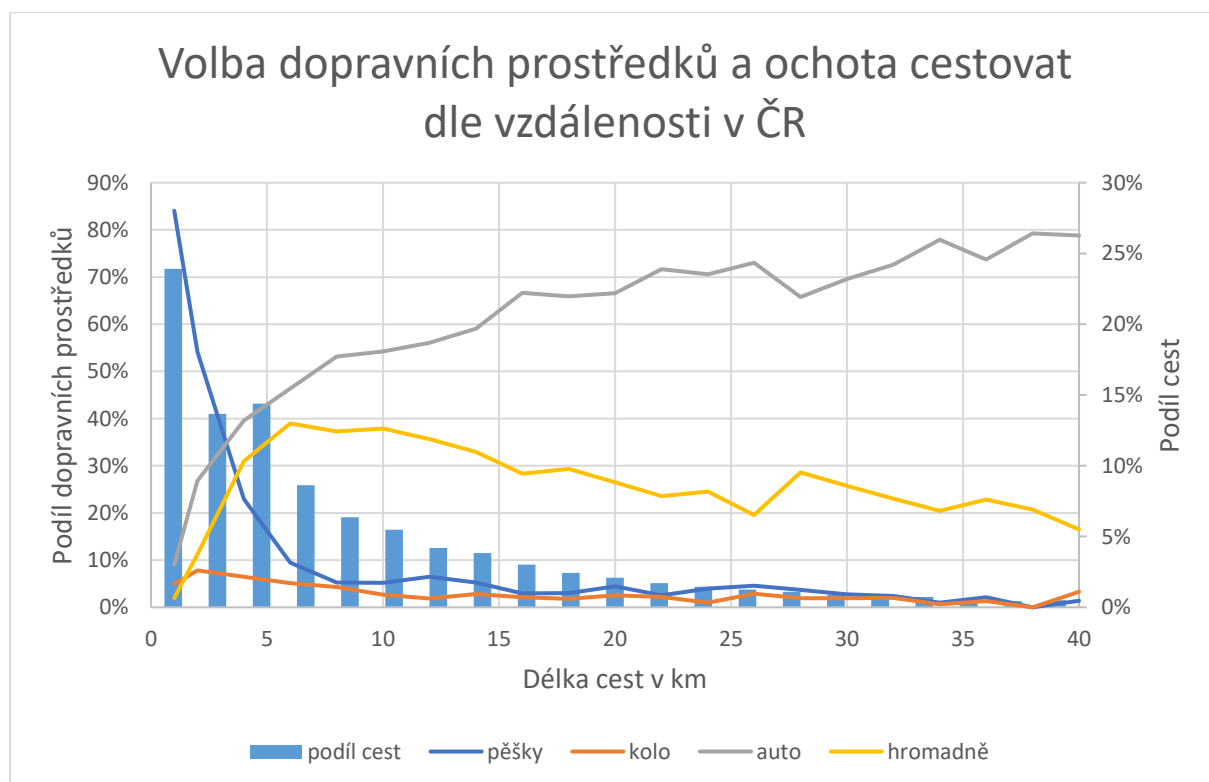
Užitková funkce (utility function) je odvozena z průzkumů dopravního chování obyvatel a každý účel může mít svou konkrétní. Zjednodušeně vyjadřuje míru ochoty, jak dlouho či daleko cestovat pro daný účel. Např. ochota denně dojíždět za prací je v ČR průměrně 26 minut, za vzděláváním 20 min (15 min na ZŠ, 20 min na SŠ, 30 min na VOS, VŠ) a za nákupem 18 min.<sup>4</sup> Užitkovou funkci lze popsat obecnými křivkami typu Logit, Kirchhoff, BoxCox, Combined a TModel, která odpovídá histogramu z censu.

$$F_{ij} = k_{ij} \times Q_i \times Z_j \times f(U_{ij})$$

Obrázek 6: Vzorec Trip distribution, kde „ $F_{ij}$ “ počet cest mezi zónami „ $i$ “ a „ $j$ “, „ $k_{ij}$ “ je škálovací faktor, „ $Q_i$ “ produktivita zóny, „ $Z_j$ “ atraktivita zóny, „ $f(U_{ij})$ “ užitková funkce“, zdroj: User Manual PTV VISUM 2022 str. 302.

$$f(U_{ij}) = (U_{ij})^b \times e^{c \times U_{ij}}$$

Obrázek 7: Vzorec Combined utility function, kde „ $U_{ij}$ “ počet cest mezi, „ $b$ “ a „ $c$ “ jsou zadané faktory,  $e$  je Eulerovo číslo, zdroj: User Manual PTV VISUM 2022 str. 303.



Obrázek 8: Volba dopravních prostředků a ochota cestovat dle vzdálenosti v ČR, zdroj: vytvořeno z dat PDCH Česko v pohybu, CDV 2021

<sup>4</sup> [Kolík času lidé stráví cestováním?](#) Česko v pohybu, CDV 2021

## 2.3 Krok 3: Dělbá přepravní práce

**Ve třetím kroku** dochází k výběru dopravního prostředku pro každý účel, který je založen na užitečné funkci rozhodovacím procesu výběru podle vzájemné konkurenceschopnosti jednotlivých dopravních módů dané mnoha faktory, nejčastěji spotřebou času, vyvolanými náklady, dostupností automobilu nebo pocíťovaným komfortem cestování. Užitečnou funkci lze opět popsat křivkami Logit, Kirchhoff, BoxCox, Combined a TModel.

$$T_{ijm} = p_{ijm} \times T_{ij} ; p_{ijm} = \frac{e^{c \times U_{ijm}}}{\sum_k e^{c \times U_{ijk}}} ; U_{ijm} = \sum_g \beta_g \times c_{ijmg}$$




















Obrázek 9: Vzorec Mode choice with Logit function, kde „ $T_{ijm}$ “ počet cest mezi „ $i$ “ a „ $j$ “ módem „ $m$ “, „ $p_{ijm}$ “ podíl logitové funkce dopravního módu na celku, „ $U_{ijm}$ “ je užitečná funkce, „ $c_{ijmg}$ “ je náklad účelu „ $g$ “,  $e$  je Eulerovo číslo, „ $c$ “ a „ $\beta_g$ “ jsou hledané parametry hledané na základě dat o známé dělbě přepravní práce z průzkumu dopravního chování, zdroj: User Manual PTV VISUM 2022 str. 230-231.

Pro příhodnou dělbú přepravní práce (vysoký podíl šetrné dopravy) musí být na podstatných relacích hromadná nebo cyklistická doprava konkurence schopná, což měříme užitečnou funkcí, především pomocí výpočtu spotřeby času (u cyklist). Cestovní doba se pak má pohybovat mezi optimem a praktickým limitem tj. 1× až 2× cestovní doby autem. Z příkladu výpočtu skutečných cestovních dob na vzdálenost 12 km plyne, že hromadná doprava se v tomto intervalu pohybuje pouze v dopravní špičce, kdy dochází k tvorbě kolon. Rozhodující totiž není rychlost jízdy, která je po většinu dne srovnatelná, ale doba strávená docházkou a čekáním (a přestupem) u hromadné dopravy. U automobilů je to způsob parkování u aut (hledání místa, vzdálenosti od cíle a ceně). Pokud jsou parkovací místa dostupná blízko u zdrojů i cílů cest za malou cenu a v dostatečné míře, zůstává hromadná doprava jen pro ty, co nemají možnost volby.



Kuřim, Díly, Foglarova ->  
Brno, Černá pole, Zemědělská

vzdálenost: 12 km

Chůze	Kolo	Hromadná doprava	Auto	Auto (pravidelná kongesce ve špičce)
		 chůze 7 min	 chůze 1 min	 chůze 1 min
		 4 min		
 chůze 199 min	 jízda 55 min	 jízda 15 min	 jízda 13 min	 jízda 13 min
		počet přestupů 2		
		 čekání na přestupu 15 min		
				 kongesce 15 min
			 parkování 5 min	 parkování 5 min
		 chůze 12 min	 chůze 1 min	 chůze 1 min
		 cena 16 Kč	 cena 47 Kč	 cena 47 Kč

Cestovní doba (JTR)

199 min      55 min      53 min      20 min      35 min

Vnímaná cestovní doba (PJT)

199 min      55 min      86 min      24 min      46 min

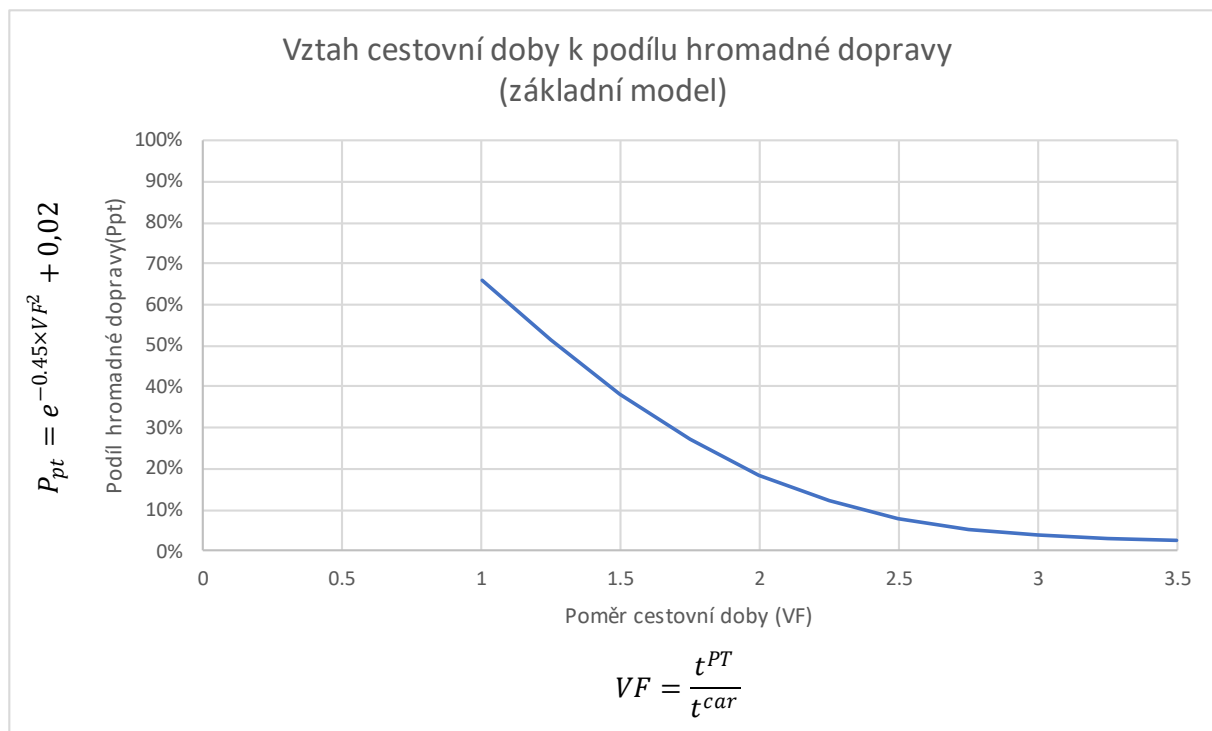
Cestovní rychlost [km/h]

4      16      19      41      23

Travel time ratio to car (JTR)

9.95      2.75      2.65      1      1.75

Obrázek 10: Příklad výpočtu cestovní doby a vnímané cestovní doby, upraveno podle: [Potential of on-demand services for urban travel, UT Delft 2022](#) (ilustrace\_pjt\_jrt.xlsx)



Obrázek 11: Základní vztah cestovní doby autem a hromadnou dopravou k volbě cesty hromadnou dopravou, zdroj: [Rob van Nes: CIE4801 Transportation and spatial modelling, Modal split, TU Delft 2018, str. 25.](#) (mode\_choice-iad\_hd.xlsx)

## 2.4 Krok 4: Zatěžování

**Čtvrtým krokem** je přidělení dopravních vztahů jednotlivých druhů dopravy na příslušnou dopravní síť, kdy dochází hledání optimálních tras pro vztahy mezi zónami. Optimální trasa závisí na uživatelské funkci, která popisuje náklady, typicky hledá nejkratší, nejrychlejší nebo nejbezpečnější cestu, z hlediska obecných nákladů nejlevnější cestu. Významně také závisí na dostupné kapacitě, kvalitě, dostupnosti a čekání. Zatížení sítě je považováno za hotové, pokud podle Wardropova (1952) prvního principu dojde k vyvážení všech poptávaných cest na nabízených trasách. Použitelné implementace tohoto předpokladu se však mohou lišit.

Dostupné metody zatěžování individuální dopravy (PrT): <sup>5</sup>

- statické
  - All or nothing (AON) – základní metoda přiřazení celé zátěže na jednu optimální trasu. Vhodné pro málo vytíženou síť.
  - Incremental assignment – inkrementální zatížení probíhá v postupných krocích, kdy po každém kroku jsou přepočítány nejvýhodnější cesty se zátěží z předchozích kroků. Metoda neposkytuje vhodné výsledky na silně přetížených sítích.
  - Equilibrium assignment – model je vyvažován skrze globální optimum z pohledu uživatele, model je vyvážen tehdy nemá-li žádná trasa z pohledu uživatele výhodnější alternativu (uživatel má úplnou znalost uživatelské sítě),
  - Linear User Cost Equilibrium (LUCE) – model je vyvažován skrze hledání optima v lokálních uzlech.

<sup>5</sup> [https://tfresource.org/topics/Network\\_assignment.html](https://tfresource.org/topics/Network_assignment.html)

- Equilibrium Lohse – Lohseho algorismus postupného zatěžování sítě objemem v krocích, kdy celý objem je znovu přiřazen na optimální trasu z předchozího kroku.
- Assignment with Intersection Capacity Analysis (ICA) – zatížení kladě důraz na omezení kapacity danou nejen úseky a empirickým typem odbočení, ale i objemem dopravy, kterému musí uživatel dát přednost. Vyžaduje přesné modelování křižovatek a je vhodné do městské zástavby.
- Equilibrium assignment Bi-conjugate Frank-Wolfe (BFW) – výpočetně efektivnější a škálovatelnější implementace podobného postupu jako Equilibrium Lohse.
- Stochastic assignment – stochastické zatížení využívá přídatný šum do hledání optimální trasy tak, aby lépe vystihoval neúplnou informovanost uživatelů o síti.
- Bicycle assignment – jedná se o jednostupňové stochastické zatížení, kde do výpočtu optimální trasy vstupují kromě času také další faktory mající vliv na optimální cestu jako je bezpečnost, pohodlí, atraktivita, ale vytížení tras jen omezeně.
- dynamické (DTA) – kombinují statické zatížení se simulací (mezo-, makro-) vhodné pro silně přetížené sítě,
  - Dynamic User Equilibrium (DUE),
  - Dynamic stochastic assignment.

Pro osobní motorovou dopravu kromě cestovní doby hraje roli také čas potřebný pro docházku čas na zaparkování a příchod/odchod k vozidlu.

$$JRT = ACT + IVT + pat + EGT$$

$$PJT = 1,5 \times ACT + IVT + 1,5 \times pat + 1,5 \times EGT$$

Obrázek 12: PrT vzorec Journey time (JRT) a Perceived journey time (PJT), kde

„ACT“ je Acces time, čas cesty k vozidlu (connectors),

„IVT“ je In-vehicle time, čas strávený ve vozidle (VDF on links and turns),

„pat“ je čas strávený parkováním (connectors),

„EGT“ je Egress time, odchod od vozidla (connectors).

Dostupné metody zatěžování individuální dopravy (PuT):

- Timetable-based – zatěžování na základě skutečných odjezdů dle jízdních řádů,
- Headway-based – zatěžování na základě frekvenci spojů dané linky.

Pro modelování MHD je dostačující zatěžování Headway, kdy jsou linky charakteristikami podobné. Při významném použití příměstské dopravy, kde významnou roli hraje přestup mezi linkami s nízkou frekvencí je vhodné použít zatěžování s jízdními řády, které ale představují výrazně podrobnější zadávání vstupních parametrů o každém spoji.

$$JRT = ACT + OWT + \sum_{NTR+1} IVT + \sum_{NTR} WKT + \sum_{NTR} TWT + EGT$$

$$PJT = 1,5 \times ACT + 1,5 \times OWT + \sum_{NTR+1} IVT + \sum_{NTR} WKT + \sum_{NTR} TWT + 7 \times NTR + 1,5 \times EGT$$

Obrázek 13: PuT vzorec Journey time (JRT) a Perceived journey time (PJT), kde

„ACT“ je Acces time, čas cesty k zastávce,

„OWT“ je Origin wait time, čas čekání na spoj,

„IVT“ je In-vehicle time, čas strávený ve vozidle,

„NTR“ je Number of transfers, počet přestupů,

„WT“ je Transfer walking time, chůze mezi zastávkami,

„TWT“ je Transfer wait time, čekání na další spoj,

*„EGT“ je Egress time, odchod ze zastávky, zdroj: User Manual PTV VISUM 2022 str. 582 a Metodika pro zpracování přepravních prognóz, SFDI 2017 str. P7/9.*

## 2.5 Krok poslední: Korekce

**Posledním krokem** nad rámec 4stupňového modelu je obvykle kalibrace nebo korekce sumárních poptávkových matic, která může zlepšit průměrnou kvalitu výstupů, provedená na základě známých intenzit v síti. Dostupné metody jsou:

- TFlowFuzzy,
- Least squares,
- Least squares (dynamic).

## 2.6 Prognóza

Prognostický model vzniká úpravou vstupních parametrů modelu stávajícího stavu. Tyto předpokládané změny se sestavují do scénářů vztažených k časovému řezu. Důležitou roli hraje elasticita užitkových funkcí, vyjadřující míru dopadu změněné nabídky do poptávky. Ta může mít podobu převedené dopravy (např. přesednutí z auta do MHD) a dopravní indukce (nová dopravní cesta zkrátí cestovní dobu do cíle a lidé budou cestovat na delší vzdálenost stejnou dobu). Taková indukce lze popsat jako

Upraveny pro je pro jednotlivé scénáře je:

- nabídka
  - změna parametrů dopravní sítě
  - změna parametrů linek MHD
- poptávka
  - vnitřní doprava
    - změna využití území a její populace
    - změna dopravního chování
  - vnější a tranzitní doprava
    - převzetí údajů z národních nebo regionálních predikcí

### 3 Základní rámec modelu

Typ a účel:	Makroskopický model pro dopravní strategii
Modelované území:	město Hodonín
Spádové území:	obce ORP Hodonín
Počet zón:	110 (42 město, 24 spádové obce, 44 vnější vztahy)
Dopravní módy:	<div>Osobní doprava:<ul style="list-style-type: none"><li>• pěší (A),</li><li>• cyklistická (B),</li><li>• osobní (C),</li></ul>Hromadná doprava (P):<ul style="list-style-type: none"><li>• regionální autobus,</li><li>• regionální vlak,</li><li>• MHD,</li><li>• pěší docházka (PW),</li></ul>Nákladní silniční doprava:<ul style="list-style-type: none"><li>• lehká nákladní (T1),</li><li>• střední nákladní (T2),</li><li>• těžká nákladní (T3).</li></ul></div>
Počet skupin osob:	1 souhrnná skupina (obyvatelé)
Počet účelů:	30 (11 město, 4 spádové obce, 3 nákladní doprava, 12 vnější doprava)
Časová jednotka:	24 h – běžný pracovní den
Kvantifikační jednotka:	počet přepravených vozidel nebo cestujících
Časové rámce scénářů:	2021 – stávající stav 2035 – návrhový stav 2045 – výhledový stav
Vstupní data poptávky:	SLDB 2021, PDCH CDV 2021

Model je zpracován jako makroskopický pro běžný pracovní den. Území města Hodonín je rozšířeno o obce ORP Hodonín, které umožňuje modelovat i většinu vnější dopravy v kontextu regionu (regionu TTWA, Travel To Work Area).

## 4 Nabídka (Supply)

### 4.1 Individuální a nákladní doprava (PrT)

Dopravní nabídka je v modelu reprezentována dopravní sítí v prostorovém referenčním systému S-JTSK a skládá se z prvků:

- úseky (links),
- křižovatkové pohyby (turns),
- napojení zón (connectors),
- souřadnice těžiště poptávkové zóny (zones).

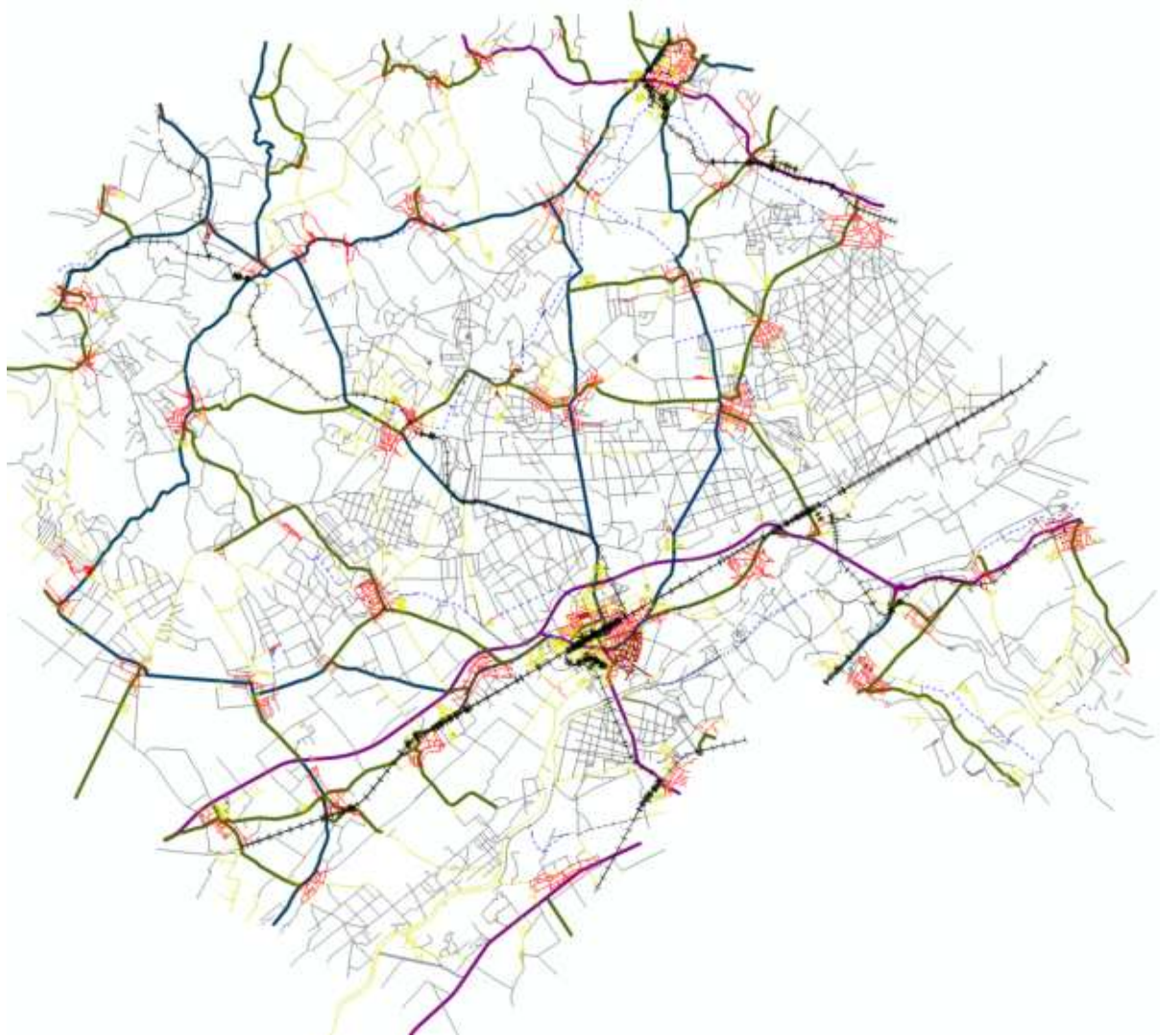
Každému prvku jsou přiřazeny:

- rychlost  $v_0$  volného dopravního proudu, geometrická délka a dopočítán čas jízdy  $t_0$ ,
- počet pruhů, kapacita, dodatečné zpoždění, sklon, jednosměrnost,
- maximální: zatížení, podjezdná výška a hmotnostní zatížení, náklady na parkování
- povolené dopravní módy:
  - A, walk
  - B, bicycle
  - C, car,
  - P, public transport:
    - bus
    - train
    - walk
  - T1, LightTruck1,
  - T2, MediumTruck2,
  - T3, HeavyTruck3,
- funkce zdržení – Volume delay function (VDF),
- kategorie komunikace a její hierarchie:
  - dálnice,
  - silnice I., II. a III. třídy,
  - místní komunikace,
  - zklidněné místní komunikace, zóny 30 km/h, obytné a pěší zóny,
  - účelové komunikace,
  - cyklostezky a polní/lesní cesty,
  - chodníky a pěší stezky.

Tabulka 1: Parametry silniční sítě pro kategorizaci nákladních vozidel

Skupina nákladních automobilů	celková hmotnost	podjezdná výška	délka	šířka
LightTruck1	do 3,5 t	do 2,8 m	do 6,5 m	do 2,0 m
MediumTruck2	do 10 t	do 3,2 m	do 8,0 m	do 2,2 m
HeavyTruck3	nad 10 t	nad 3,8 m	nad 16,5m	nad 2,5 m

Výše popsané parametry reprezentují souhrnně vzdálenostní matice (skim matrix) v podobě časové a topologické vzdálenosti (PrT: TT0, DIS a PuT: JRT, JRD) na dopravní síti mezi zónami s volnou (jednotkovou) zátěží.



Obrázek 14: Struktura dopravní sítě. (editation.gpax)

$$t_{cur} = t_0 \cdot \left( 1 + a \cdot \left( \frac{q}{q_{max} \cdot c} \right)^b \right)$$

Obrázek 15: Vzorec Volume delay function typu BPR, kde „ $t_{cur}$ “ je čas ovlivněný množstvím vozidel,

„ $t_0$ “ je čas volné jízdy úsekem, „ $q$ “ počet vozidel, „ $q_{max}$ “ je kapacita, „ $a$ “, „ $b$ “, „ $c$ “ jsou parametry odvislé od charakteru komunikace, zdroj: User Manual PTV VISUM 2022 str. 94.



Tabulka 2: Přehled výchozích kapacit, volných rychlostí a VDF funkcí links a turns, zdroj: upraveno podle PTV Demo Karlsruhe

Name	NumLanes pro 1 směr	CapPrT [voz/den]	v0 [km/h]	VDF- BPR	vMax [km/h]								
					A	B	C	T1	T2	T3	PB	PT	PW
Dálnice 3p	3	63000	130	2	4	15	130	130	80	80	130	0	4
Dálnice 2p	2	37000	130	2	4	15	130	130	80	80	130	0	4
Mot. silnice 110	2	34000	110	2	4	15	130	130	80	80	130	0	4
Mot. silnice 80	2	26000	80	2	4	15	80	80	80	80	80	0	4
rampy MUK	1	13000	50	2	4	15	110	110	80	80	110	0	4
Silnice I. třídy 90	1	15500	90	3	4	15	80	80	80	80	80	0	4
Silnice II. třídy 80	1	13000	80	3	4	15	90	90	80	80	90	0	4
Silnice III. třídy 65	1	11000	65	4	4	15	90	90	80	80	90	0	4
MK B 50 2p	2	20000	50	5	4	15	90	90	80	80	90	0	4
Silnice I. třídy 50	1	10000	50	6	4	15	50	50	50	50	50	0	4
Silnice II. třídy 50	1	9000	50	6	4	15	50	50	50	50	50	0	4
Silnice III. třídy 50	1	8000	50	6	4	15	50	50	50	50	50	0	4
MK C 45 sběrné	1	9000	45	6	4	15	50	50	50	50	50	0	4
MK C 40 obslužné	1	7000	40	6	4	15	50	50	50	50	50	0	4
MK C 30 zóny30	1	4000	30	7	4	15	50	50	50	50	50	0	4
MK D 20 obytné	1	1200	20	8	4	15	30	30	30	30	30	0	4
Účelovák	1	1000	20	9	4	15	20	30	30	30	30	0	4
Účelovák B1 d.o.	1	1000	20	9	4	15	20	20	20	20	20	0	4
Učelovák 0.5p	1	500	20	10	4	15	20	20	20	20	20	0	4
ÚčelovákLesní/Polní	1	100	15	9	4	15	20	20	20	20	20	0	4
Cyklostezka	1	100	15	1	4	10	15	15	15	15	15	0	4
Chodník	1	10	10	1	4	15	15	15	15	15	15	0	4
Vlak	1	0	0	1	4	5	5	5	5	5	5	0	4
hard closed	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	160	0
1 pravé odbočení	-	10000	-	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 přímý pohyb	-	10000	-	10	4	15	130	130	80	80	130	0	4
3 levé odbočení	-	1000	-	10	4	15	130	130	80	80	130	0	4

Tabulka 3: Přehled parametrů Volume delay function typu BPR, zdroj: PTV Demo Karlsruhe

BPR	A	B	C
2	0.7	3	1
3	1	3	1
4	1.2	3	1
5	1.4	3	1
6	1.6	3	1
7	1.8	3	1
8	2	3	1
9	2	6	1
10	1	2	1

## 4.2 Veřejná doprava (PuT)

Nad dopravní sítí (PrT) je vytvořena síť hromadné dopravy, která je složena:

- z linek:
- linky (line),
- trasy linky (line route),
- obsluhované zastávky, jízdní doby a pobyty (time profile),
- odjezd, počáteční a koncová zastávka (vehicle journey),
- zastávek:
- přestupních uzlů a přestupní dob (stop),
- nástupních hran nebo celků (stop area),
- označníků (stop point),
- dopravních prostředků:
- operátora (operator),
- vozidel a jejich kapacity, rychlosti (vehicle),
- kombinace vozidel (vehicle combinations).

Síť hromadné dopravy je složená z linek autobusů IDS JMK a vlaků IDS JMK a ČD s platným jízdním řádem běžného pracovního dne jízdního řádu 2023/2024. Do modelu bylo vloženo 20 linek vedených v jízdních řádech na území ORP (lines):

- 109, 159
- 556, 572, 573, 655, 662, 663, 664,
- 901, 902, 903, 904
- 911, 912, 913
- S9, S91, R13

Celkově bylo zadáno 45 tras (line routes), 61 variant tras (time profiles) a 806 spojů (vehicle journey) formou jízdního řádu (time-table based).

## 5 Poptávka (Demand)

Dopravní poptávka vstupuje do modelu skrze zóny, k nimž jsou přiřazeny poptávkové údaje. Do modelu bylo vloženo 110 zón, z nichž je:

- 42 vnitřních (V), které jsou odvozeny zmenšením „základních sídelních jednotek“,
- 24 spádových obcí (S), vztažené ke katastru obce,
- 44 vnějších (E), skrze které je přiřazena vnější a tranzitní doprava.

Po výpočtu 4stupňového modelu je poptávka vyjádřena maticemi cest mezi zónami o počtu řádků a sloupců jako je počet zón.

Zóny jsou v modelu reprezentovány bodem v těžišti a vnitřní zóny jsou doplněny ilustračně polygonem a napojeny nejméně zpravidla více páry konektorů do dopravní sítě. Vnitřní zóny vychází ze základních sídelních jednotek, což jsou účelové polygony pokrývající území ČR a vhodně dělí území obcí podle počtu obyvatel (max. 400 obyvatel nebo 140 bytů) a reflektují urbanistickou strukturu sídel. Ke statistickým obvodům lze připojit již existující socioekonomické ukazatele (index join) nebo je prostorově agregovat (spatial join). Základní sídelní jednotky jsou dále účelově rozděleny na menší plochy reprezentující charakter zástavby (obchodní, průmyslová zóna, druh zástavby, prostorové bariéry) nebo volnou krajinu.

Poptávkové objemy lze rozdělit podle směřování:

- **vnitřní dopravu a meziobecní dopravu ve spádovém území** vychází z průzkumu dopravního chování (PDCH) a socioekonomických ukazatelů (SEU),
- **vnější dopravu** vychází z profilového průzkumu a uvnitř modelu je navázána na socioekonomické ukazatele,
- **tranzitní dopravu** vychází zejména z dat kordonového průzkumu, u méně významných vztahů z analogie na základě známých intenzit profilového průzkumu, a u okrajových vjezdů do modelu z odborného odhadu.

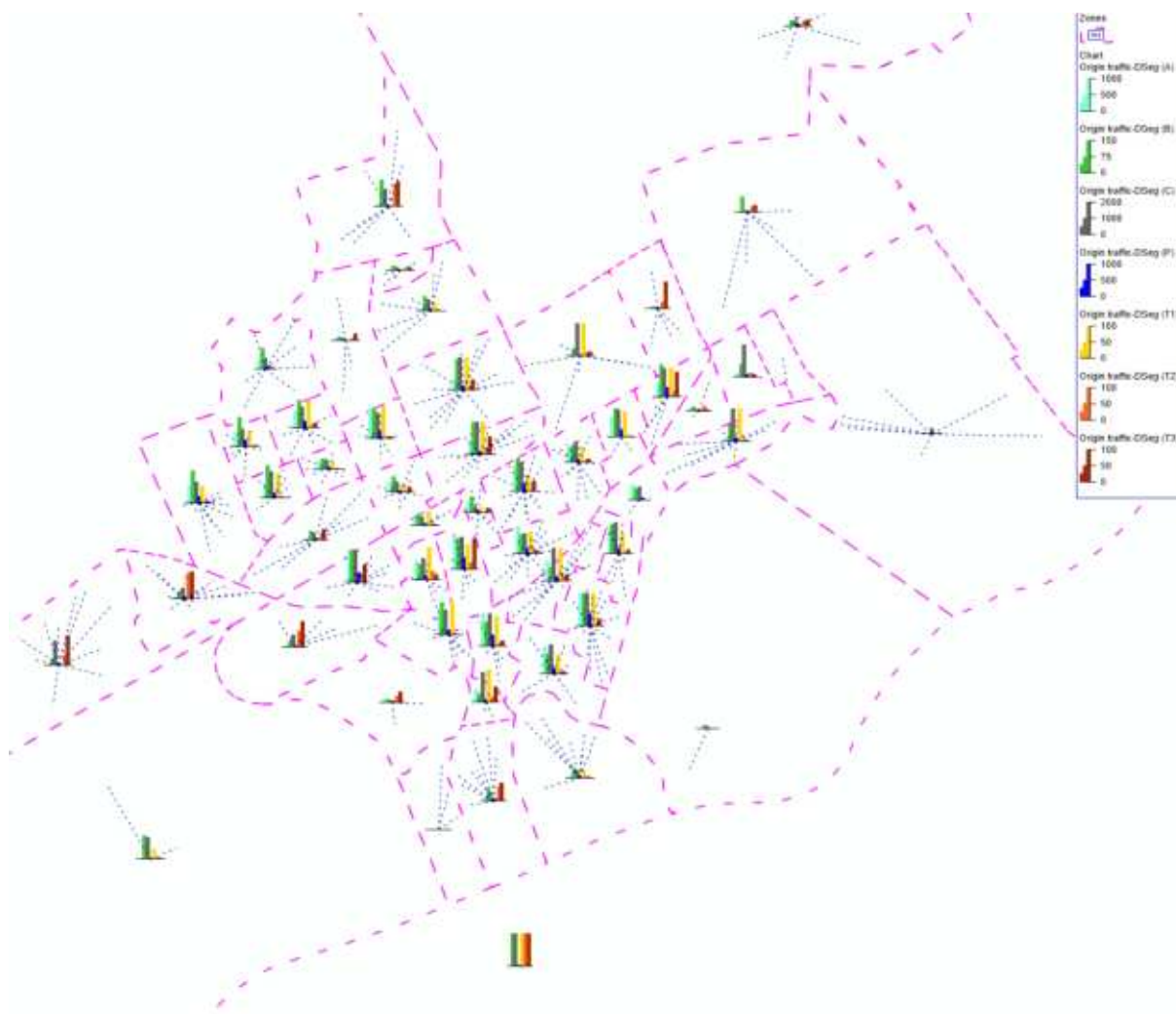
Poptávkové objemy lze také rozdělit dle dopravního módu:

- osobní dopravu,
- hromadnou dopravu,
- nákladní dopravu.

Osobní a hromadná doprava se modeluje 4stupňovým modelem. Nákladní doprava je nezbytným ale menšinovým (cca 15 %) doplňkem dopravního proudu. V nákladní dopravě dominuje vnější a tranzitní doprava. Z důvodu okrajovosti a z důvodu nedostatku údajů o objemech zdrojích a cílech se modeluje analogicky taktéž 4stupňově.

Tabulka 4: Přehled dopravní poptávky, (M) město, (S) spádové obce, (E) vnější vztahy.

typy cest	vnitroměstské	spádové (meziobecní)	vnější	tranzit
vztahy zón	$M \times M$	$M+S \times S$ $S \times M+S$	$M+S \times E$ $E \times M+S$	$E \times E$
počet SEU osobní a nákladní dopravy	8+3	3+3	1+3	-
počet účelů osobní a nákladní dopravy	11+1	4+1	1+1	-
počet systémů osobní a nákladní dopravy	4+3	4+3	3+3	3+3
modal split osobní dopravy	ano	ano	ne	ne
kvantifikace osobní dopravy	počet cest na osobu uvnitř <b>bez</b> meziobecní vyjížďky	meziobecní vyjížďka <b>jen</b> v rámci TTWA	počet vozidel a cestujících na hranici území modelu	odhad na hlavních komunikacích
zdroj kvantifikace osobní dopravy	PDCH Česko v pohybu 2020	SLDB 2021, PDCH BMO 2017	CSD 2021, IDS JMK 2015	CSD 2021
kvantifikace nákladní dopravy	odborný odhad	odborný odhad	odborný odhad	odborný odhad



Obrázek 16: Objemy zdrojů cest v zónách dle dopravních módů A, B, C, P, T1, T2, T3. (zone\_graphs.gpx).

## 5.1 Objem vnitřních cest a charakteristické účely (trip rate & purpose)

Průzkum dopravního chování Česko v pohybu (PDCH) je reprezentativní výběr mobility v rámci běžného pracovního dne formou cestovního deníku. Z něho byly vybrány respondenti bydlící v kategorii obcí velikosti 25-49 tisíc obyvatel a jejich cesty, při kterých neopustili hranici nejmenší evidované prostorové jednotky, tj. ORP. V tomto výběrovém souboru bylo 3289 cest od 5071 osob z 1073 domácností. Z podílu cest uskutečněných autem jako cestujících a jako řidičů lze vypočítat **obsazenost automobilu 1,38 osoby**. Podobně lze z počtu osobocest a počtem dotázaných **hybnost obyvatel na 2,23 cest na osobu** (obyvatele).

Z devíti dostupných účelů, lze vytvořit 81 kombinací, párů zdroj-cíl (OD pairs), ze kterých bylo v souboru obsaženo 72. Z nich byl vybráno 11 párů zdroj-cíl s podílem nad 5 %, které reprezentují 863 % cest. Zbývající byly zahrnuty do 9. páru zdroj-cíl „ostatní-ostatní“.

Tabulka 5: Struktura a četnost cílů ve vybraném souboru PDCH. (Thodonin.xlsx)

podíl cílů	počet cest	účel	zkratka	purpose
46%	2308	bydliště	H	Home
15%	742	práce	J	Job
6%	318	vzdělávání	E	Education
12%	583	nakupování	S	Shop
7%	371	zařizování	A	Arange
10%	499	volno	R	Recreation
1%	50	stravování	L	Lunch
2%	98	ostatní	O	Other

4969

Tabulka 6: Modelované účely jako nejčtenější páry cest zdroj-cíl ve vybraném souboru PDCH. (Thodonin.xlsx)

zkratka	počet cest	podíl cest
HJ	682	14%
JH	548	11%
HE	296	6%
EH	249	5%
HS	399	8%
SH	501	10%
HA	289	6%
AH	245	5%
HR	519	10%
RH	353	7%
OO	865	17%

## 5.2 Socioekonomické ukazatele (Socio-economic indicators)

Socioekonomické ukazatele jsou veličiny s dobrou prostorovou ukotveností, měřitelností a jde o poměrové veličiny, které mají přímý vztah k cílům mobility. Každý ukazatel je dlouhodobým výsledkem pokusů o hledání dosažitelných vlastností z hlediska: dostupnosti, přístupnosti, aktuálnosti, ověřitelnosti, úplnosti, reprezentativnosti, interpretovatelnosti, doplňitelnosti a korelace s účelem. Často je proto výhodné používat otevřená data.

Tabulka 7: Socioekonomické ukazatele meziobecních osobních cest. (poptavka\_SEU\_hodonin.xlsx)

	cíl	SEU	jednotka	obsah	zdroj
H	Home	RUD_OBYV		počet obyvatel - obvyklý pobyt dle SLDB 2021	RUD MF
J	Job	RUD_ZAME		pracovní místa	RUD MF
E	Education	RUD_MSZS		počet žáků v mš, zš	RUD MF
O	Other	OSTAT		vážený součet výše uvedených SEU podle významu cílů, mohutnosti každého SEU	
X	EXTER	EXTER	cesty	vážený součet OBYV,ZAME,SKOLA	

Tabulka 8: Socioekonomické ukazatele vnitřních cest. (poptavka\_SEU\_hodonin.xlsx)

	cíl	SEU	jednotka	obsah	zdroj
H	Home	OBYV	člověk	počet obyvatel – obvyklý pobyt dle SLDB 2011	RSOB ČSÚ
W	Work	ZAME	člověk	pracovní místa	RES ČSÚ
E	Education	SKOLA	člověk	kapacita škol	RSSZ MSMT
S	Shop	OBCHOD	m2	hrubá plocha supermarketů	DHV
			m2	počet maloobchodů × jednotková plocha 90 m2	OSM
A	Arrange	URAD	ks	lékař, zubař, nemocnice, lékárna	NRPZS UZIS
			ks	radnice, pošta, policie, banka, soud, věznice	OSM
F	Freetime	VOLNO	ks	POI	OSM
			ks	budovy individuální rekreace	RSOB ČSÚ
			ks	budovy krátkodobého ubytování	RSOB ČSÚ
L	Lunch	JIDLO	ks	restaurace	OSM
O	Other	OSTAT	-	vážený součet výše uvedených SEU podle významu cílů, mohutnosti každého SEU	
X	EXTER	EXTER	cesty	vážený součet OBYV,ZAME,SKOLA	

Tabulka 9: Socioekonomické ukazatele nákladních cest. (poptavka\_SEU\_hodonin.xlsx)

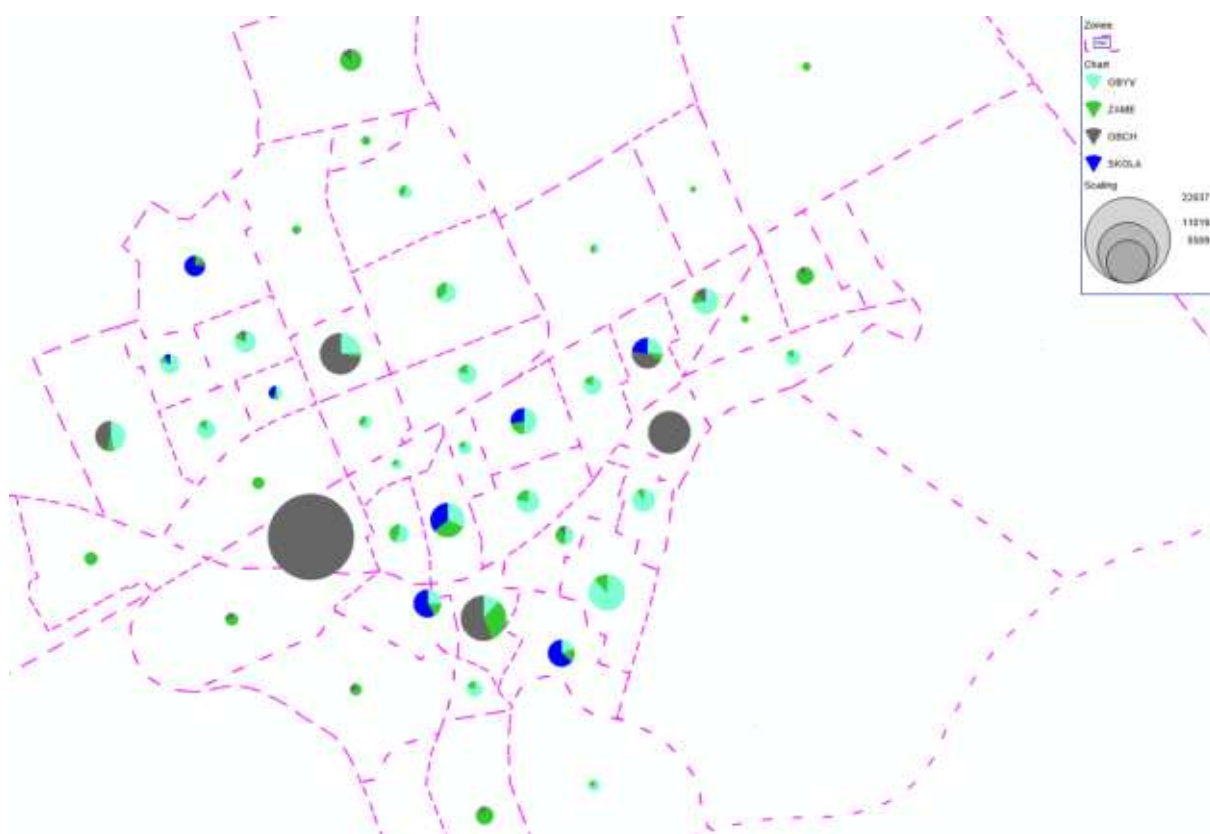
	cíl	SEU	jednotka	obsah	zdroj
T1	LightTruck	LTR		obyvatelé	
T2	MediumTruck	MTR		zaměstnanci	
T3	HeavyTruck	HTR		zaměstnanci v zemědělství, v průmyslu a v dopravě	

Koeficient produktivity a atraktivity každého účelu je získán jako poměr očekávaných cest v rámci účelu (PDCH) a příslušného socioekonomického ukazatele (SEU). Celkový počet vnitřních cest je dán počtem obyvatel krát hybnost.

Tabulka 10: Koeficienty produktivity a atraktivity. (poptavka\_TripRate\_hodonin.xlsx)

No	Účel	Produktivita	Atraktivita
1	HJ	0.27*[OBYV]	0.429*[ZAME]
2	JH	0.345*[ZAME]	0.217*[OBYV]
3	HE	0.117*[OBYV]	0.453*[SKOLA]
4	EH	0.381*[SKOLA]	0.099*[OBYV]
5	HS	0.158*[OBYV]	0.1*[OBCH]
6	SH	0.125*[OBCH]	0.198*[OBYV]
7	HA	0.114*[OBYV]	16.704*[URAD]
8	AH	14.161*[URAD]	0.097*[OBYV]
9	HF	0.206*[OBYV]	7.205*[VOLNO]
10	FH	4.9*[VOLNO]	0.14*[OBYV]
11	OO	0.201*[OSTAT]	0.201*[OSTAT]
21	HJ	0.085*[RUD_OBYV]	0.3*[RUD_ZAME]
22	JH	0.3*[RUD_ZAME]	0.085*[RUD_OBYV]
23	HE	0.023*[RUD_OBYV]	0.101*[RUD_MSZS]

24	EH	$0.101 * [\text{RUD\_MSZS}]$	$0.023 * [\text{RUD\_OBYV}]$
31	LTR	$0.008 * [\text{LTR}]$	$0.008 * [\text{LTR}]$
32	MTR	$0.032 * [\text{MTR}]$	$0.032 * [\text{MTR}]$
33	HTR	$0.004 * [\text{HTR}]$	$0.004 * [\text{HTR}]$
101	AEb	$0.019 * [\text{EXTER}]$	$1 * [\text{eBikeA}]$
102	EAb	$1 * [\text{eBikeP}]$	$0.019 * [\text{EXTER}]$
103	AEp	$0.072 * [\text{EXTER}]$	$1 * [\text{ePassA}]$
104	EAp	$1 * [\text{ePassP}]$	$0.072 * [\text{EXTER}]$
105	AEc	$0.275 * [\text{EXTER}]$	$1 * [\text{eCarA}]$
106	EAc	$1 * [\text{eCarP}]$	$0.275 * [\text{EXTER}]$
107	AEt1	$0.039 * [\text{LTR}]$	$1 * [\text{eT1A}]$
108	EAt1	$1 * [\text{eT1P}]$	$0.039 * [\text{LTR}]$
109	AEt2	$0.039 * [\text{MTR}]$	$1 * [\text{eT2A}]$
110	EAt2	$1 * [\text{eT2P}]$	$0.039 * [\text{MTR}]$
111	AEt3	$0.138 * [\text{HTR}]$	$1 * [\text{eT3A}]$
112	EAt3	$1 * [\text{eT3P}]$	$0.138 * [\text{HTR}]$



Obrázek 17: Rozložení socio-ekonomických ukazatelů (zone\_seu.gpx)

## 5.3 Distribuce (Distribution)

Pro potřeby distribuce byly vytvořeny charakteristické dvě skupiny účelů, které mají podobnou distribuci topologické vzdálenosti:

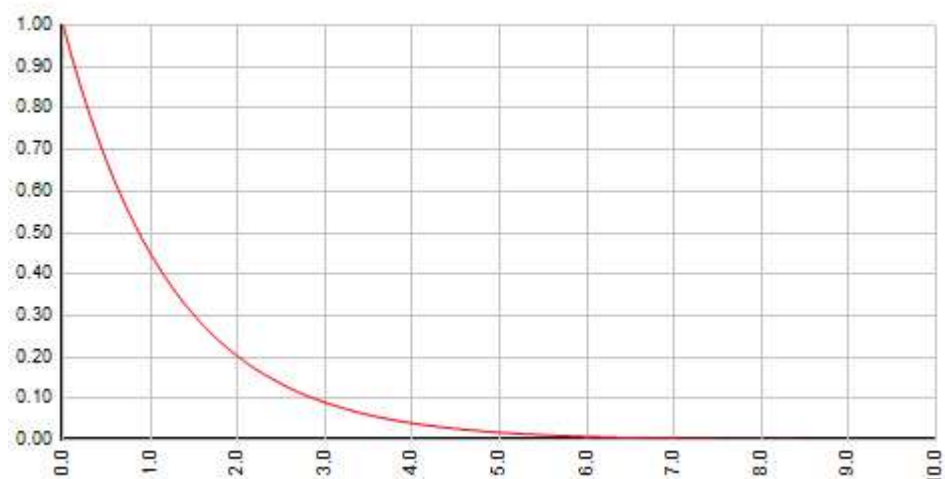
- H-JAR O-O,
- H-SE.

Jako užitková funkce vyjádřená ve skim matici je použito vzdálenostní minimum z matic jednotlivých módů (A,B,C,P). Parameter beta logitové funkce byl odhadnut funkcí KALIBRE.

*Tabulka 11: Užitková funkce s příslušnými parametry na základě topologické vzdálenosti (trip distribution)*

Účel	Užitková funkce	c
..1HJ_p	Logit	-0.4
..2JH_p	Logit	-0.4
..3HE_p	Logit	-0.8
..4EH_p	Logit	-0.8
..5HS_p	Logit	-0.8
..6SH_p	Logit	-0.8
..7HA_p	Logit	-0.4
..8AH_p	Logit	-0.4
..9HF_p	Logit	-0.4
.10FH_p	Logit	-0.4
.11OO_p	Logit	-0.4
.21 HJ_p	Logit	-0.4
.22 JH_p	Logit	-0.4
.23 HE_p	Logit	-0.8
.24 EH_p	Logit	-0.8
.31 T1T1_p	Logit	-0.1
.32 T2T2_p	Logit	0
.33 T3T3_p	Logit	0
101 ixB_p	Logit	-0.2
102 xiB_p	Logit	-0.2
103 ixC_p	Logit	-0.1
104 xiC_p	Logit	-0.1
105 ixP_p	Logit	-0.1
106 xiP_p	Logit	-0.1
107 ixT1_p	Logit	-0.1
108 xiT1_p	Logit	-0.1
109 ixT2_p	Logit	0
110 xiT2_p	Logit	0
111 ixT3_p	Logit	0
112 xiT3_p	Logit	0





Obrázek 18: Příklad uživatkové funkce pro účely H-WARHOO s parametry  $b=0$  a  $c=-0.8$ , na ose „x“ je vzdálenost v km, na ose „y“ pravděpodobnost vzniku vztahu. Se vzrůstající cestovní dobou klesá ochota cestovat.

## 5.4 Volba dopravního módu (Mode choice)

Volba cesty byla provedena do čtyř dopravních módů (A, B, C, P) na základě uživatkové funkce:

$$U_{ij} = \beta_{const_i} + \beta_d \times DIS + \beta_t \times TTO$$

Obrázek 19: Vzorec utility function pro mode choice, kde „ $U_{ij}$ “ uživatková funkce pro mód „i“ a účel „j“, kde  $const$  je konstanta módu  $DIS$  topologická vzdálenost,  $TTO$  časová vzdálenost.

Parametry diskretní volby byly vypočteny za pomoci multinomiálního regresního modelu v software Biogeme nad daty PDCH. Vypočteny jsou tři modely s patřičnou segmentací účelů.

Tabulka 12: Korelace modelu na data PDCH

Model	Město:Město	Město × Spádová oblast	Spádová obl. × Město+Spádová obl.
Korelace modelu (Rho-square-bar)	0.32	0.77	0.52 (PDCH BMO)

Tabulka 13: Koeficienty multinomiálního modelu modal splitu (VISUM: List of Demand strata).

Name	mConst_B	mConst_C	mConst_P	mDIS	mTT
..1HJ_p	-1.71	-1.14	-1.94	-0.187	-0.102
..2JH_p	-1.71	-1.14	-1.94	-0.187	-0.102
..3HE_p	-3.25	-0.099	-0.883	1.3	-0.045
..4EH_p	-3.25	-0.099	-0.883	1.3	-0.045
..5HS_p	-0.435	0.905	1.36	0.285	-0.028
..6SH_p	-0.435	0.905	1.36	0.285	-0.028
..7HA_p	-0.467	0.773	2.06	0.378	-0.005

..8AH_p	-0.467	0.773	2.06	0.378	-0.005
..9HF_p	-0.321	1.12	-0.337	0.028	0.087
.10FH_p	-0.321	1.12	-0.337	0.028	0.087
.11OO_p	-5.78	-1.98	1.43	-7.19	-0.159
.21 HJm_p	0	3.49	2.18	0	-0.045
.22 JHm_p	0	3.49	2.18	0	-0.045
.23 HEm_p	0	17.3	9.13	0	-0.05
.24 EHm_p	0	17.3	9.13	0	-0.05
.25 HJo_p	-4.65	12.1	11.4	0	0.114
.26 JHo_p	-4.65	12.1	11.4	0	0.114
.27 HEO_p	-2.32	-7.49	-6.11	0	-0.056
.28 EHO_p	-2.32	-7.49	-6.11	0	-0.056

## 6 Zatížení (Assignment)

Zatížení sítě je prováděno primárně za sledování nejkratších cestovních nákladů, kde je silnějším faktorem čas.

Konkrétní metoda zatížení zohledňující další faktory je odvislá od dopravního módu:

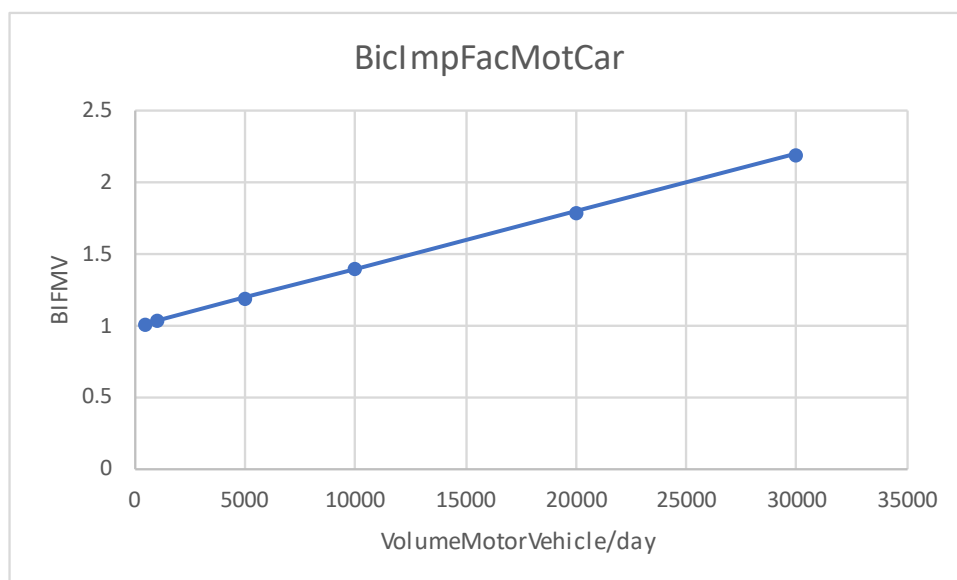
- osobní doprava – PrT
  - Cyklistická doprava: cyklistické zatížení (Bicycle assignment) – zatížení na základě vhodné dopravní infrastruktury, objemu motorové dopravy a sklonu terénu.
  - Motorová doprava: vyvážené zatěžování (Equilibrium assignment) – zatížení závislé na dostupné kapacitě komunikací s vlivem na rychlost.
- veřejná hromadná doprava – PuT
  - Vlaky+autobusy – zatížení na základě jízdních řádů (Timetable-based) – výpočet cestovní doby (JRT) odvislé od celkového času stráveného cestou.

Cyklistické zatížení je mimo časovou vzdálenost složeno z parametrů sítě<sup>6</sup>:

- links (geometrie a topologie)
- souhrnný links impedance factor (BIFS),
- zatížení motorovou dopravou (BIFMC),
- povolené rychlosti osobních automobilů (BIFV0),
- penalizace za křížení (BIFTO)
- vyhýbání se prudkým sklonům (BIFMS),
- preference cyklostezek na trase (BIFPC)

Souhrnný links impedance factor (BIFS), dle vzorce:

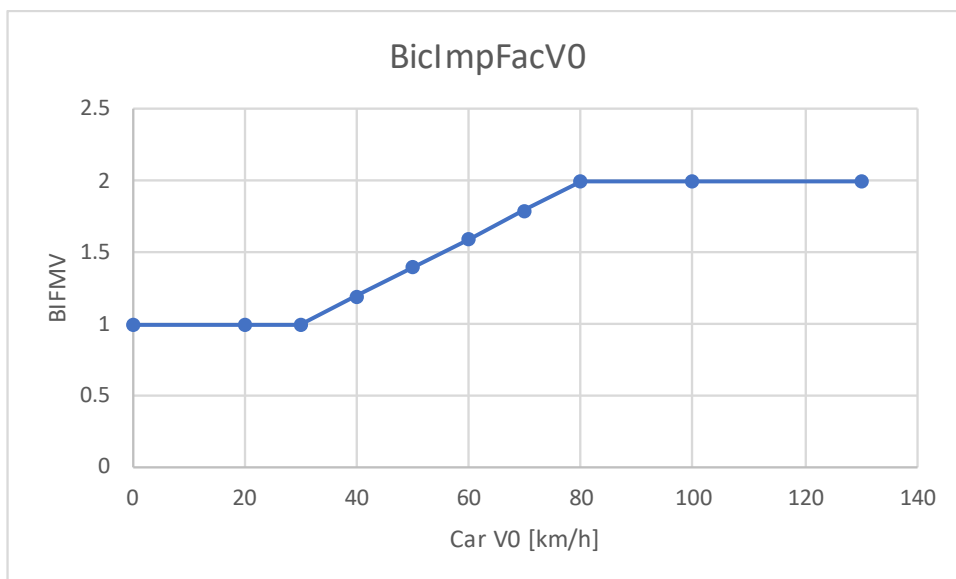
$$+ 1 \times \text{BIFS} = [\text{BIFV0}] * [\text{BIFMC}]$$



Obrázek 20: Závislost odporového faktoru na zatížení motorovou dopravou (BIFMC).  
(assignment\_bicycle.xlsx)

$$\text{BIFMC} = 1 + ([\text{VOLVEHPRT}(\text{AP})] / 25000)$$

<sup>6</sup> Charmeil J: [The Effects of the Built Environment on Bicycle Route Choice](#), TUM 2019



Obrázek 21: Závislost odporového faktoru na povolené rychlosti motorových vozidel automobilů (BIFV0). (assignment\_bicycle.xlsx)

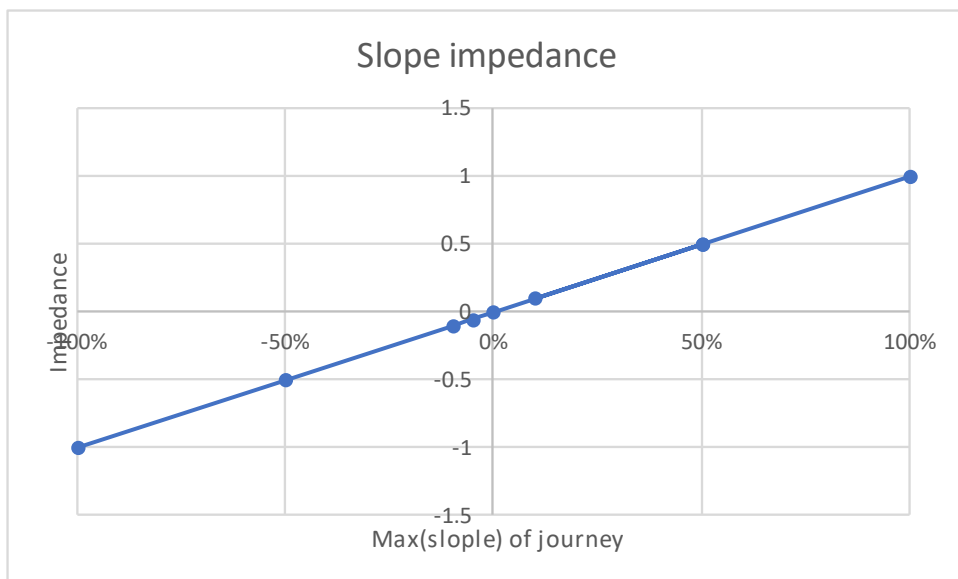
BIFV0 =

```
IF([V0_PRTSYS(C)]<30,1,
  IF([V0_PRTSYS(C)]>80,2,
    1+(([V0_PRTSYS(C)]-30)/50)
  )
)
```

Penalizace za křížení, pohyby pravý=2, přímý=4, levý=10, U-turn=0 (BIFTO), dle vzorce

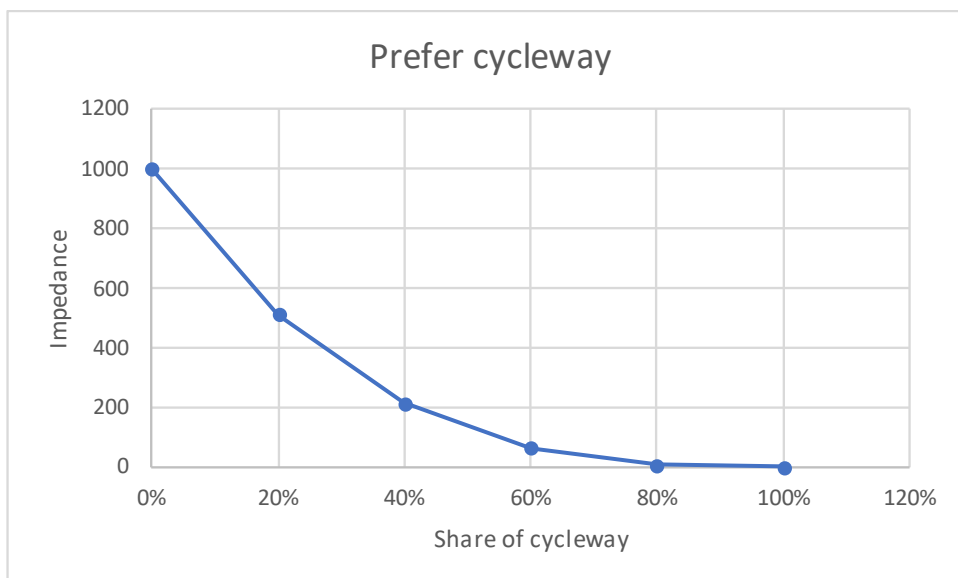
BIFTO =

```
IF([TYPENO]=1,2,
  IF([TYPENO]=2,4,
    IF([TYPENO]=3,10,
      IF([TYPENO]=4,0,0)
    )
  )
)
```



Obrázek 22: Závislost odporového faktoru na maximálním sklonu trasy (BIFSLP).  
(assignment\_bicycle.xlsx)

$$+ 20 \times \text{BIFSLP} = [\text{MAX:LINKS}\backslash\text{SLOPE}]$$



Obrázek 23: Závislost odporového faktoru na zvýhodnění tras s obsahující cyklostezku (BIFPC).  
(assignment\_bicycle.xlsx)

$$+ 1 \times \text{BIFPC} = \text{POW}((1 - [\text{SUM:LINKS}([\text{HIGHWAY}] = \text{"cycleway"}) \backslash \text{LENGTH}] / [\text{SUM:LINKS}\backslash\text{LENGTH}]), 3) * [\text{SUM:LINKS}\backslash\text{LENGTH}] * 100$$

## 7 Kalibrace (Correction)

### 7.1 Distribuce cest

Distribuce byla kalibrována na průměrnou délku cest v účelech vestavěným VISUM skriptem Demand calibration.

Tabulka 14: Dosažené výsledky modelu v distribuci ces (VISUM: List of Demand strata).

účel	délka [km]	
	model	census
..1HJ_p	2.01	2.01
..2JH_p	2.01	2.01
..3HE_p	1.06	1.17
..4EH_p	1.06	1.17
..5HS_p	1.10	1.29
..6SH_p	1.10	1.29
..7HA_p	1.16	1.55
..8AH_p	1.16	1.55
..9HF_p	1.94	1.94
.10FH_p	1.94	1.94
.11OO_p	1.21	1.19
.21 HJm_p	12.85	12.3
.22 JHm_p	12.86	12.3
.23 HEm_p	13.77	12.3
.24 EHm_p	13.78	12.3
.25 HJo_p	6.32	6.2
.26 JHo_p	6.32	6.2
.27 HEo_p	3.64	4
.28 EHo_p	3.64	4

### 7.2 Modal split

Modal split byl kalibrován na celkový podíl dopravních módů v jednotlivých skupinách město a dvakrát meziobecní vyjížďka vestavěným VISUM skriptem Demand calibration.

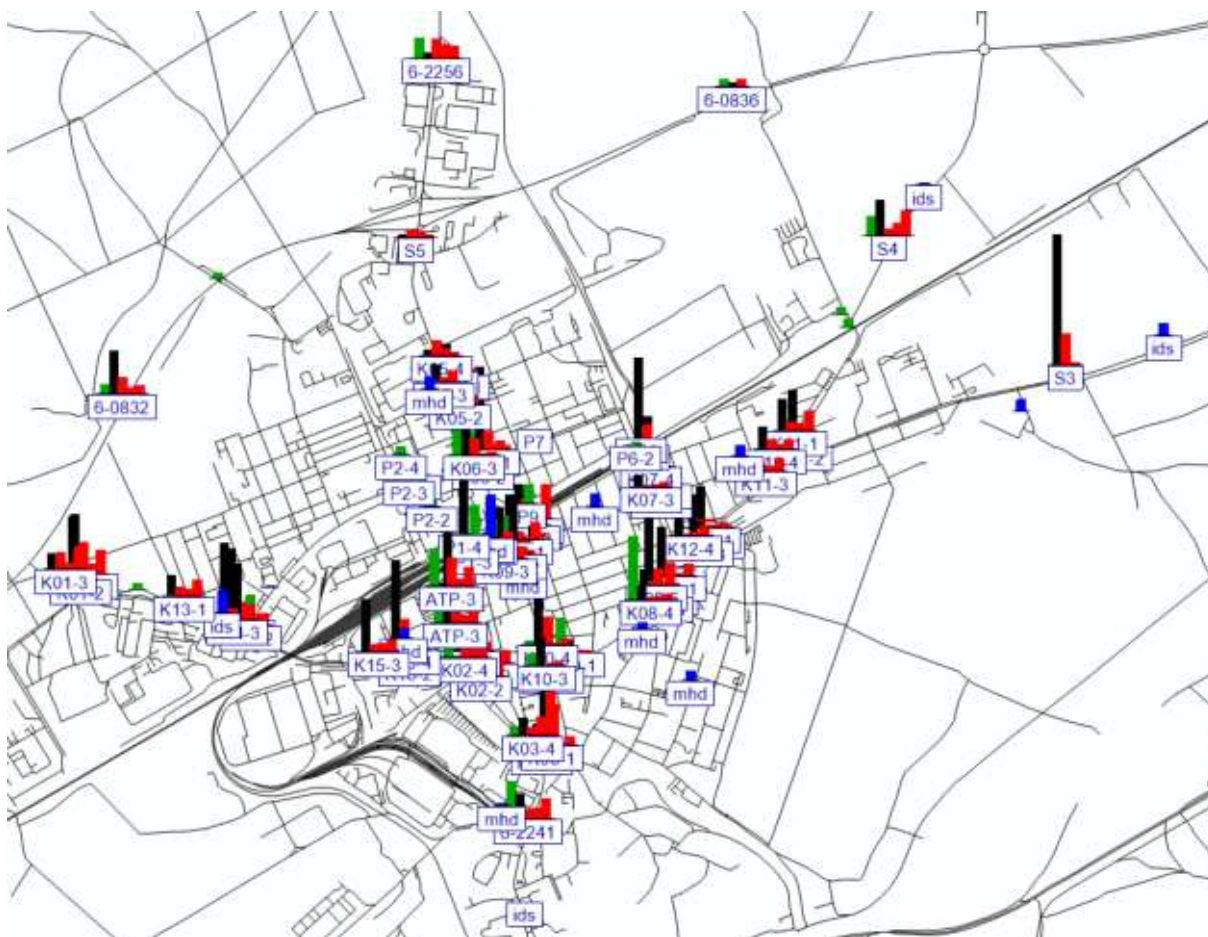
Tabulka 15: Dosažené výsledky modelu v modal splitu (VISUM: List of Modes).

dopravní mód		město		meziobecní Job		meziobecní Edu	
kód	NAME	model	census	model	census	model	census
A	Walk	46%	46%	11%	11%	31%	31%
B	Bicycle	7%	7%	9%	9%	2%	2%
C	Car	37%	37%	63%	63%	13%	13%
P	PuT	11%	10%	17%	17%	54%	54%

## 7.3 Kalibrace výsledné poptávky

Výsledný model poptávky byl kalibrován metodou TFlowFuzzy (Matrix correction) po dopravních módech na stávající stav komunikační sítě:

- 140 profilů z průzkumů křižovatek, profilů a směrových průzkumu, UDIMO 2021,
- 24 profilů celostátního sčítání dopravy 2020/21,
- 20 profilů MHD, UDIMO 2021,
- 6 profilů IDS, IDSJMK 2015.



Obrázek 24: Kalibrační profily a validační profily. (census\_profile.gpx)

Kvalita modelu je doložena pro stávající stav dopravní nabídky a poptávky porovnáním hodnot modelovaných s hodnotami z cenzu pomocí tzv. GEH statistiky.

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M - C)^2}{M + C}}$$

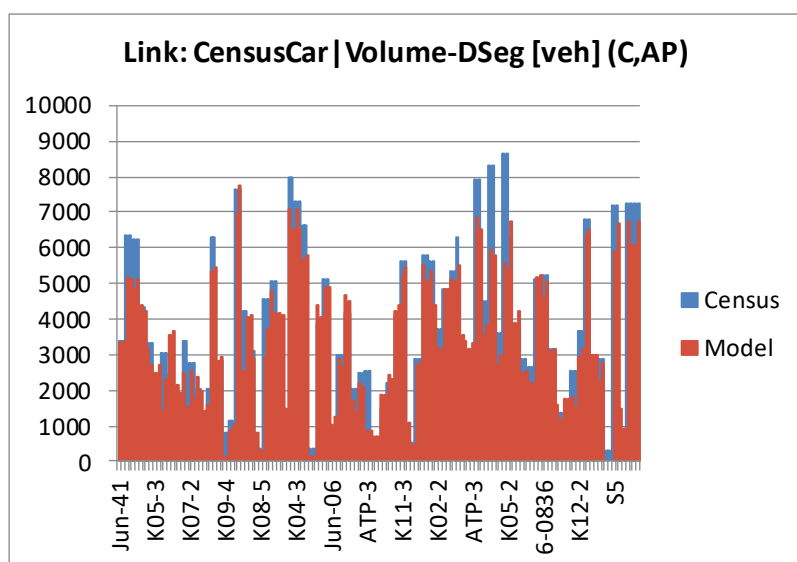
Obrázek 25: Vzorec GEH, kde  $M$  je hodnota modelovaná a  $C$  je hodnota z cenzu.

Výsledky módu Hromadné dopravy a nákladní dopravy splňují kritéria optimální kvality výchozího i kalibrovaného modelu. Výsledky módu cyklistů a osobních automobilů výchozího i kalibrovaného modelu mírně podkročují očekávaná optimální kritéria kvality. Zpracovatel to přisuzuje nižší kvalitě kalibračních dat, a to zejména nekoherenci mezi stanovišti různých původců dat (UDIMO a ŘSD) a průzkumy provedené v různé fázi COVIDových opatření. V případě jízdních kol jde tak o malé pokrytí daty, nespolehlivost dat a sezónní závislost

jednotlivých sčítaní jízdy na kole. U nákladní dopravy jde o empirický a doplňkový výpočet, jehož odchylky nemají podstatný vliv na celkovou dopravu.

Tabulka 16: Dosažené výsledky modelu s kritériem kvality<sup>7</sup> dle PTV 2016 (GEHsummary.xlsx).

kritérium kvality	výchozí			po kalibraci		
	avg GEH	GEH < 10	R <sup>2</sup>	avg GEH	GEH < 10	R <sup>2</sup>
	< 12.5	> 45%	> 97 %	< 6	> 80%	> 99 %
Bicycle	9.4	62%	29%	6.1	81%	61%
Car	48.6	5%	67%	11.1	55%	94%
Public	14	56%	95%	4.1	97%	98%
LTR	9.5	58%	53%	5.8	86%	75%
MTR	7.6	77%	66%	2.5	99%	89%
HTR	6.3	84%	86%	4.8	89%	93%



Obrázek 26: Graf XY profilů z hodnot modelovaných a z censu v osobní motorové dopravě po kalibraci. (GEHcalcTFF.xlsx)

<sup>7</sup> J. Schlaich, U. Heidl, H. Li: [Multimodal macroscopic transport modelling](#), PTV 2016



## 8 Prognóza

### 8.1 Scénáře a horizonty

Prognóza je předpověď budoucích změn výstupů dopravního modelu na základě známých, očekávatelných a předvídatelných změn vstupů promítnutých do nabídky (změna komunikační sítě) a poptávky (změna chování osob ve vztahu k mobilitě). Tyto změny jsou zachyceny k časovým horizontům (časovým řezům) a kombinací horizontů nabídky a poptávky jsou vytvořeny scénáře.

Prognóza pracuje v poptávce i v nabídce s horizonty let 2035 a 2045 a z nich jsou vytvořeny následující scénáře:

- 2021 – stávající stav,
- 2035 – prognóza (návrh),
- 2045 – prognóza (výhled).

### 8.2 Nabídka

Přehled uvažovaných staveb komunikací zařazených do scénářů (viz Obrázek 30):

- 2035:
  - uzavírky místních komunikací (Masaryk nám., Mír. nám, Hor čtvrt., Za Drahou),
  - nové místní komunikace (ul. Milíčova, Kateřinská a oblasti Lučina, Výhon, za nemocnicí),
  - nové jednosměrky a obousměrky (oblast Mírové nám, ul. Skácelova a Mas. nám. a další rezidentní ulice),
  - nové cyklostezky,
- 2045:
  - dálnice D55,
  - lávky a podchody přes Moravu a železnici.

### 8.3 Poptávka

Prognóza vývoje poptávky po osobní dopravě ve vnitřní dopravě je založena na úpravě socio-ekonomických ukazatelů a jednotlivých částí poptávky (SEU). Vnější a tranzitní doprava je upravena dle národních a regionálních prognóz. Přehled použitých zdrojů prognózy:

- pěší doprava:
  - vnitřní – změna socio-ekonomických ukazatelů (SEU),
  - vnější – není,
  - tranzitní – není.
- cyklistická doprava:
  - vnitřní – změna socio-ekonomických ukazatelů (SEU),
  - vnější – odborný odhad,
  - tranzitní – není,
- osobní automobilová (OA):
  - vnitřní – změna socio-ekonomických ukazatelů (SEU),
  - vnější – TP 225, Model JMK,
  - tranzitní – TP 225, Model JMK,
- nákladní automobilová (NA: ve třech kategoriích T1, T2, T3):
  - vnitřní – TP 225,
  - vnější – TP 225, Model JMK,

- tranzitní – TP 225, Model JMK,
- hromadná doprava – regionální autobus:
  - vnitřní – změna socio-ekonomických ukazatelů (SEU),
  - vnější – trendy Ročenky dopravy ČR,
  - tranzitní – trendy Ročenky dopravy ČR.
- hromadná doprava – regionální vlak:
  - vnitřní – změna socio-ekonomických ukazatelů (SEU),
  - vnější – rezortní metodika SŽDC,
  - tranzitní – rezortní metodika SŽDC.

*Tabulka 17: Růstové koeficienty dopravy dle TP225 (tp225\_jmk.xlsx)*

VNĚJŠÍ	Jihomoravský kraj - Délka cesty do 20 km - do 10 000 - str. 24			
		OA	LN	SN/TN
	2021	1.00	1.00	1.00
	2035	1.16	1.25	1.11
	2045	1.18	1.36	1.16
TRANZITNÍ	Jihomoravský kraj - Délka cesty NAD 20 km - do 10 000 - str. 24			
		OA	LN	SN/TN
	2021	1.00	1.00	1.00
	2035	1.15	1.23	1.11
	2045	1.16	1.32	1.15

*Tabulka 18: Růstové koeficienty počtu cestujících ve vlaku pro Jmk, Brno-venkov dle rezortní metodiky SŽDC, str. P7/39 (mpzpp\_szdc2018.xlsx)*

VNĚJŠÍ + TRANZITNÍ	rok	růst
	2021	1.00
	2035	1.13
	2045	1.25

### 8.3.1 Socio-ekonomické ukazatele (SEU)

Hlavní výpočetním údajem modelu vnitřní dopravy jsou lidé (respektive místa kde mohou žít – realizovat své aktivity jako bydlení, vzdělávání, práce, volný čas) a výhled jejich chování:

- počet – demografická projekce a územní plán,
- prostorová lokace – územní plán a urbanistické studie,
- věková struktura – demografická projekce stávající populace, odborný odhad migrace,
- změna chování – odborný odhad.

Pro stávající populaci je použita krajská projekce počtu obyvatel, která počítá se stagnací celkového počtu obyvatel a stárnutí populace, tj. snížení počtu žáků a studentů, stagnace pracujících a navýšení seniorů. Nová populace je dislokována do rozvojových ploch na úkor stávajících zastavěných ploch. Pro rok 2035 je počítána polovina přírůstku/úbytku skupin obyvatel a dalších SEU mezi roky 2021 a 2045.

*Tabulka 19: Průměrný počet cest ve věkové skupině ve vybraném referenčním souboru PDCH ČR (Phodonin.xlsx)*

Věková skupina	Průměrný počet cest	Počet dotázaných
0-14	2.3	221
15-18	2.1	92
19-29	2.3	251
30-39	2.4	313
40-49	2.3	314
50-59	2.4	295
60-69	2.0	325
70+	1.7	255
neuveden	1.9	61

Tabulka 20: Projekce počtu obyvatel ČSÚ 2020-2070 Jihomoravského kraje  
(130052191104\_dan.xlsx)

	2020	2035 k 2020	2045 k 2020
Počet obyvatel celkem	100%	101%	101%
v tom ve věku: 0–14	100%	90%	88%
15–64	100%	99%	96%
65+	100%	117%	129%

Územní plán předpokládá značný nárůst bydlících případně i pracujících obyvatel, a to zejména v oblastech:

- Lučina (napojení na Brněnskou), 1005 nových obyvatel, 66 zaměstnanců v obchodě,
- Kasárna (napojení na Žižkovu a Brněnskou), 2500 nových obyvatel,
- Výhon (napojena na U Přejezdu/Žižkova, Měšťanskou), 660 nových obyvatel,
- Za nemocnicí (napojena na Purkyňovu), odhad 550 nových obyvatel.

Průměrný počet dokončených bytů v Hodoníně za 10 let je 27 bytů/rok (ČSÚ) s minimem 1 a maximem 87 při průměrné obsazenosti 2,5 osob na byt, lze nárůst o 4500 nových obyvatel hodnotit jako dosažitelný při 180 dokončených bytech ročně. Krajská ZÚR předpokládá tuto oblast jako rozvojovou osu.

Pro prostorové vymezení byly použity tyto návrhové plochy z územního plánu:

- Plochy smíšené, obytné – návrh
  - promítnuty do položky SEU: OBYV,
- Plochy komerčního vybavení – návrh
  - promítnuty do položky SEU: OBCHOD (odhad btto m2),
- Plochy veřejného vybavení – návrh
  - promítnuty do položky SEU: ŠKOLA (odhad kapacity žáků),
- Plochy „výroby a skladování – návrh
  - promítnuty do položky SEU: ZAME (odhad počtu zaměstnanců).

Na základě dostupných územních studií připadá na vymezenou plochu v územním plánu:

- při rodinných domech: 130 m<sup>2</sup>/obyvatele,
- při bytové zástavbě: 35 m<sup>2</sup>/obyvatele.



Obrázek 27: Rozvojové plochy územního plánu s dopadem do mobility, plochy červené–bydlení, modré–výroba, oranžové–volný čas a nestavební plochy, růžové–obchod a služby. (n1navrh\_hododnin2.qgz) ), zdroj: ÚP Hodonín po vydání 3. změny 2022.

## 9 Závěr a shrnutí

Společnost DHV PRO, s.r.o. zpracovala multimodální čtyřstupňový matematický dopravní model města Hodonín. Na základě průzkumů vytvořila model stávajícího stavu v roce 2021 a prognózu na roky 2035 a 2045. Výstupem modelu jsou kartogramy intenzit (mapy) stávajícího stavu po módech a matice přepravních vztahů.

V návrhové variantě 2035 je předpokládána poptávka z rozvojových zón o cca polovičním rozsahu vůči roku 2045 s růstem počtu obyvatel o 4500 na úkor stávajících obyvatel. V nabídce dojde k dostavbě cyklostezek, zprovoznění nové autobusové linky a výstavbu Dálnice D55 a nových komunikací zejména v rozvojových lokalitách, k výstavbě lávek a podchodů.

Z hlediska intenzit automobilové dopravy dojde s výstavbou D55 značné změně směřování dopravy vlivem přestavění nebo zrušení křižovatek – pokles na Měšťanské nárůst na Purkyňově a Velkomoravské.

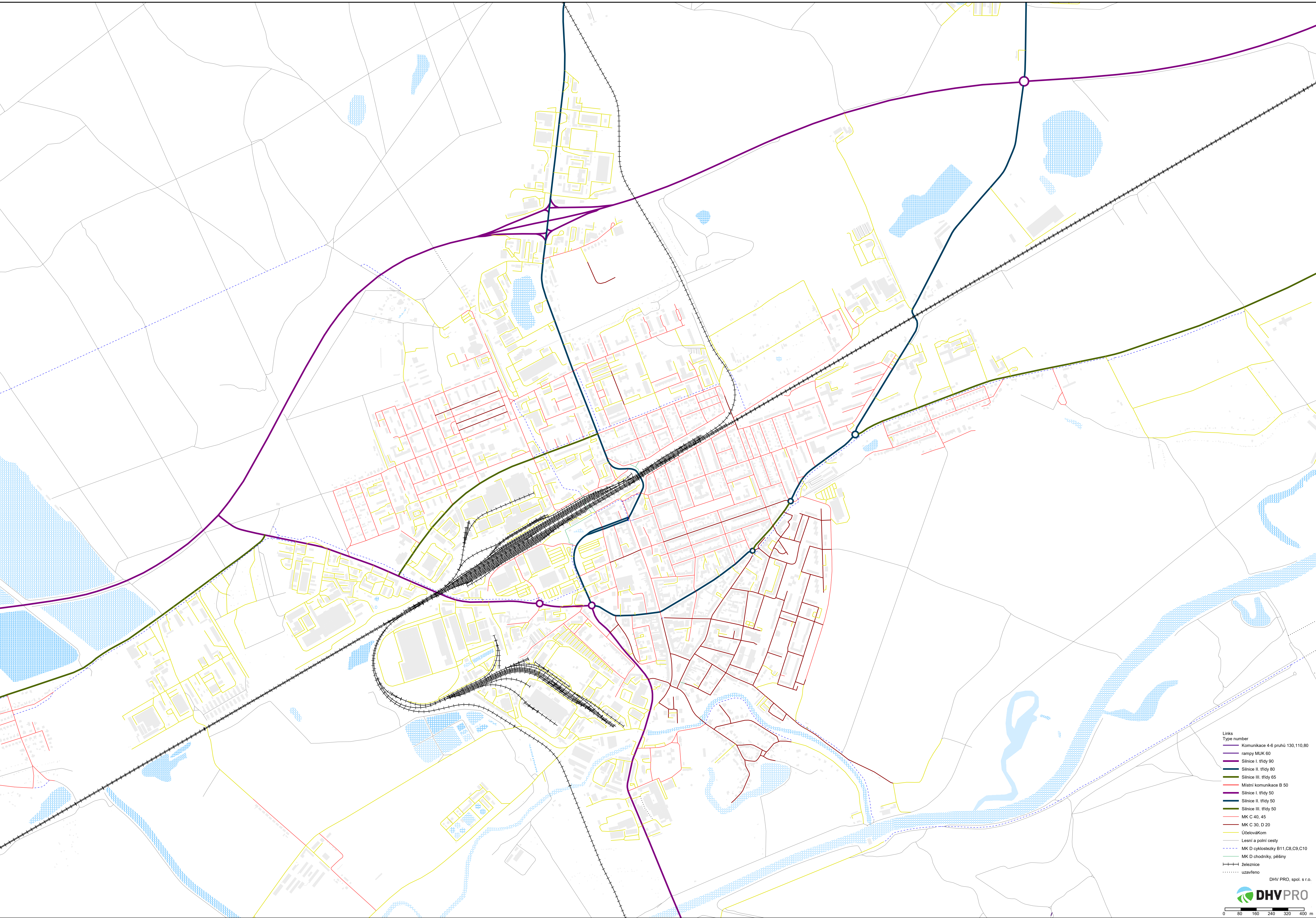
Z hlediska počtu cyklistů model predikuje poptávku na cyklostezce Mutěnka v podjezdu Marxova a podchodu ul. Národní-Brněnská a lávce Brněnská sever (Za Drahou-Sacharovova) a lávce Koupelní.

Z hlediska počtu cestujících hromadné dopravy reagující na novou linku 905 je model málo citlivý a nedává na obsluhu školního a autobusu jasnou odpověď.

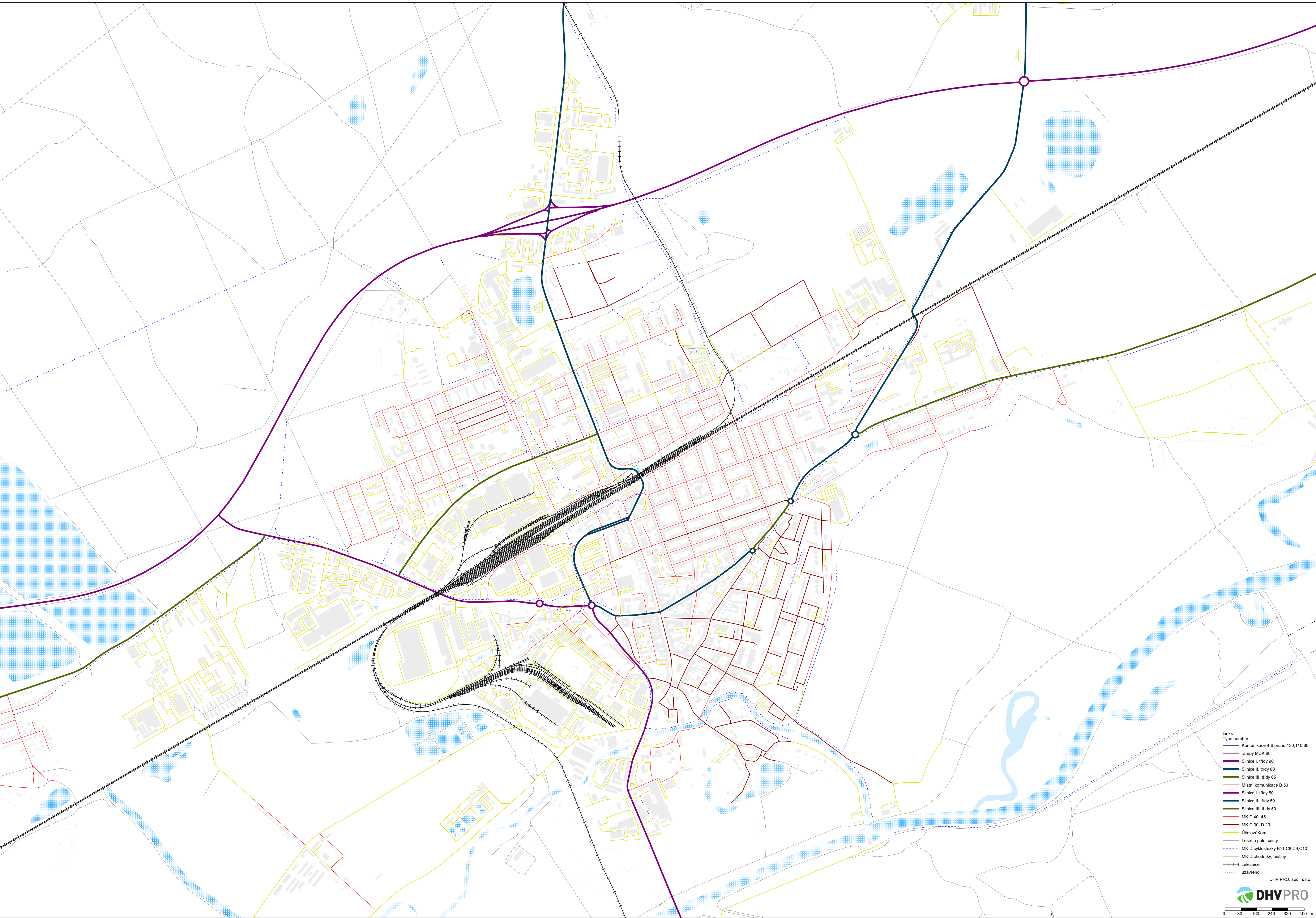
## Přílohy

1. Stávající silniční síť 2021	A3
2. Výhledová silniční síť uplatněná v prognóze 2035	A3
3. Výhledová silniční síť uplatněná v prognóze 2045	A3
4. Kartogram zatížení stávající stav 2021 – cyklisté	A3
5. Kartogram zatížení stávající stav 2021 – motorová vozidla	A3
6. Kartogram zatížení stávající stav 2021 – hromadná doprava	A3
7. Kartogram zatížení stávající stav 2035 – cyklisté	A3
8. Kartogram zatížení stávající stav 2035 – motorová vozidla	A3
9. Kartogram zatížení stávající stav 2035 – hromadná doprava	A3
10. Kartogram zatížení stávající stav 2045 – cyklisté	A3
11. Kartogram zatížení stávající stav 2045 – motorová vozidla	A3
12. Kartogram zatížení stávající stav 2045 – hromadná doprava	A3
13. Kartogram zatížení 2021 + jednosměrky – motorová vozidla	A3
14. Rozdílový kartogram zatížení 2021 + jednosměrky – motorová vozidla	A3









Links

Type number

Komunikace 4-6 pruhů 130,110,80

rampy MUK 60

Silnice I. třídy 90

Silnice II. třídy 80

Silnice III. třídy 65

Místní komunikace B 50

Silnice I. třídy 50

Silnice II. třídy 50

Silnice III. třídy 50

MK C 40, 45

MK C 30, D 20

ÚčelováKom

Lesní a polní cesty

MK D cyklostezky B11,C8,C9,C10

MK D chodníky, pěšiny

železnice

uzavřeno

DHV PRO, spol. s r.o.

DHVPRO

0

80

160

240

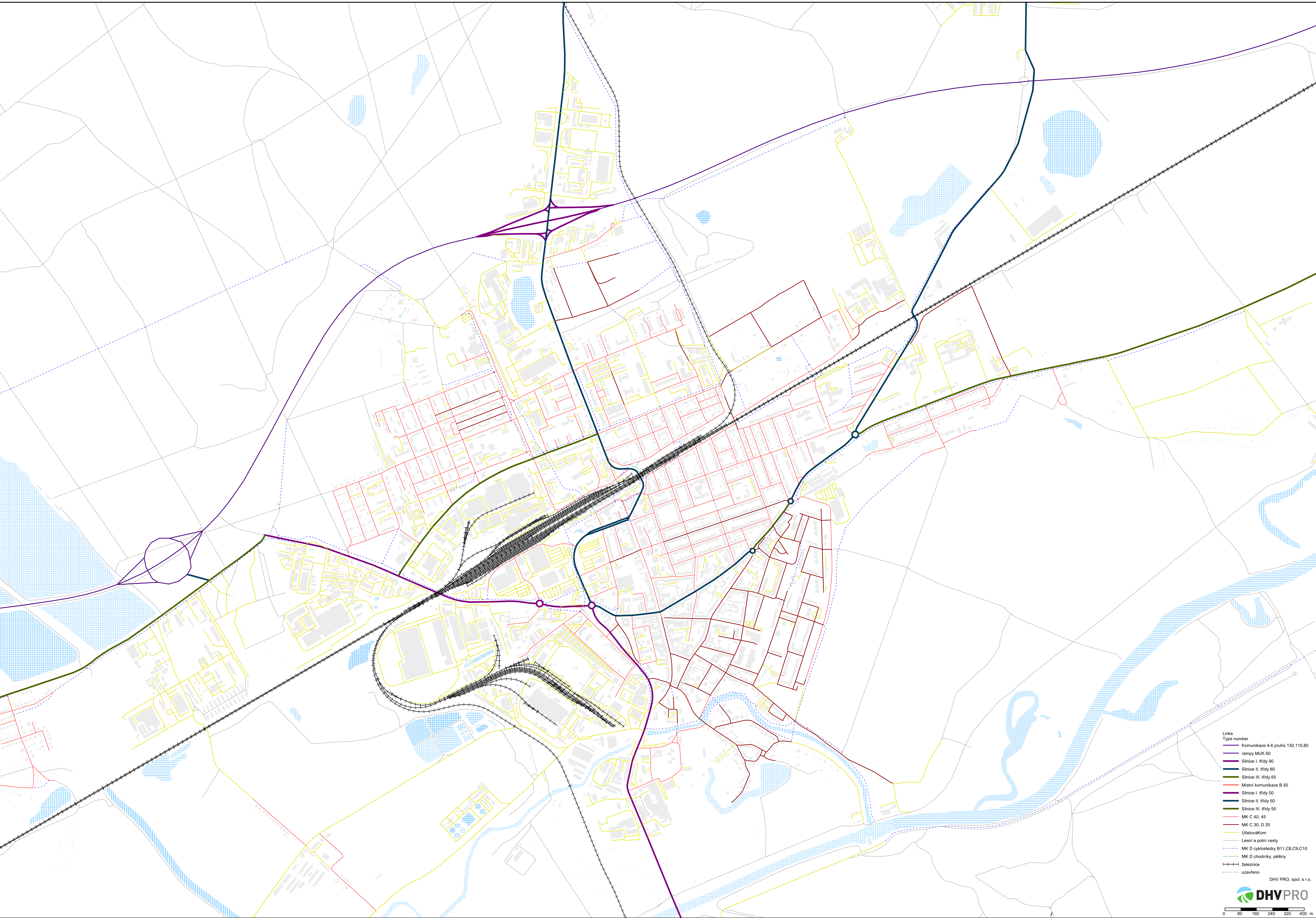
320

400

m

Komunikační síť, 1:8000





Links  
Type number

- Komunikace 4-6 pruhů 130,110,80
- rampy MUK 60
- Silnice I. třídy 90
- Silnice II. třídy 80
- Silnice III. třídy 65
- Místní komunikace B 50
- Silnice I. třídy 50
- Silnice II. třídy 50
- Silnice III. třídy 50
- MK C 40, 45
- MK C 30, D 20
- ÚčelováKom
- Lesní a polní cesty
- MK D cyklostezky B11,C8,C9,C10
- MK D chodníky, pěšiny
- železnice
- uzavřeno

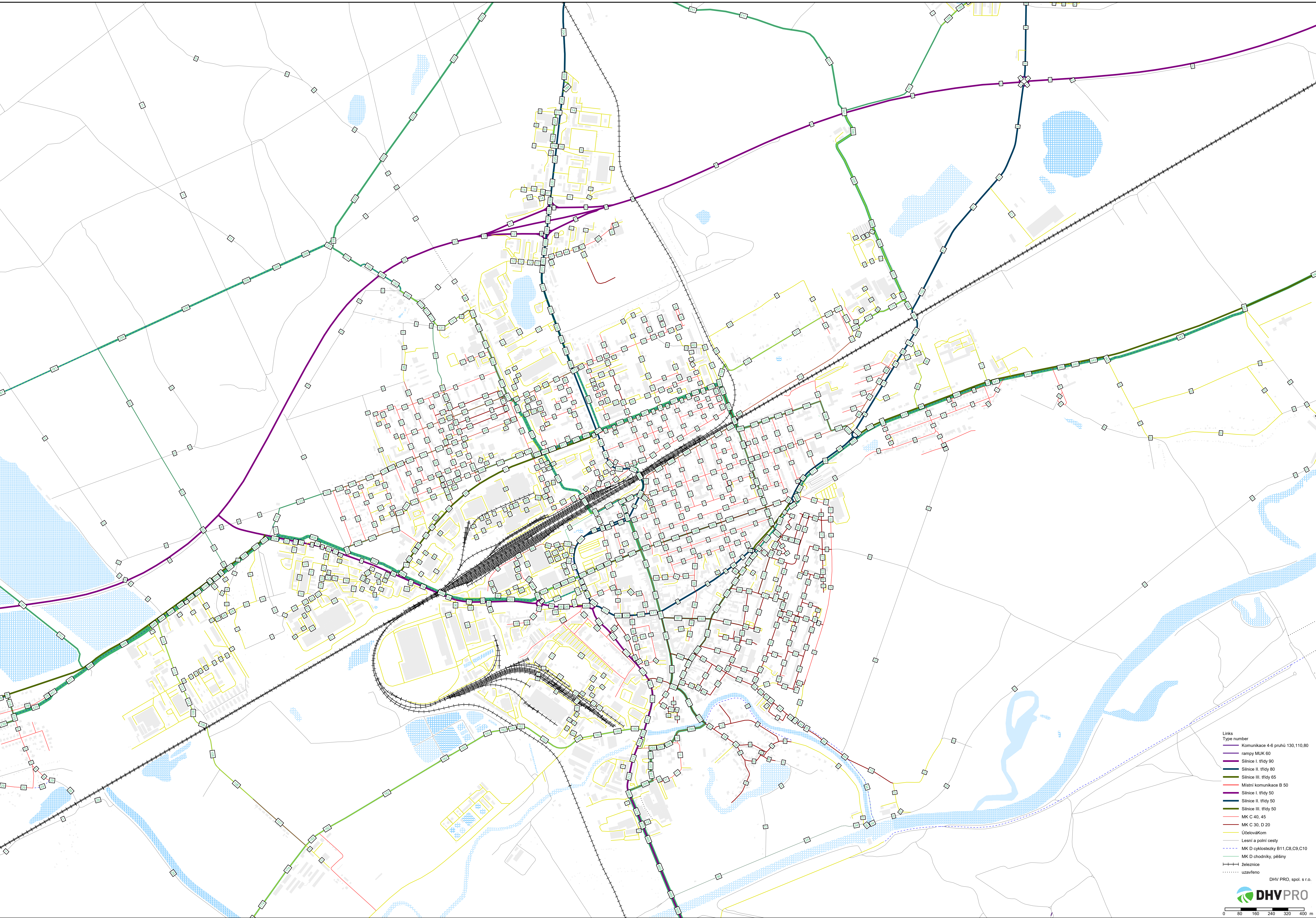
DHV PRO, spol. s r.o.

**DHVPRO**

0 80 160 240 320 400 m

Komunikační síť, 1:8000





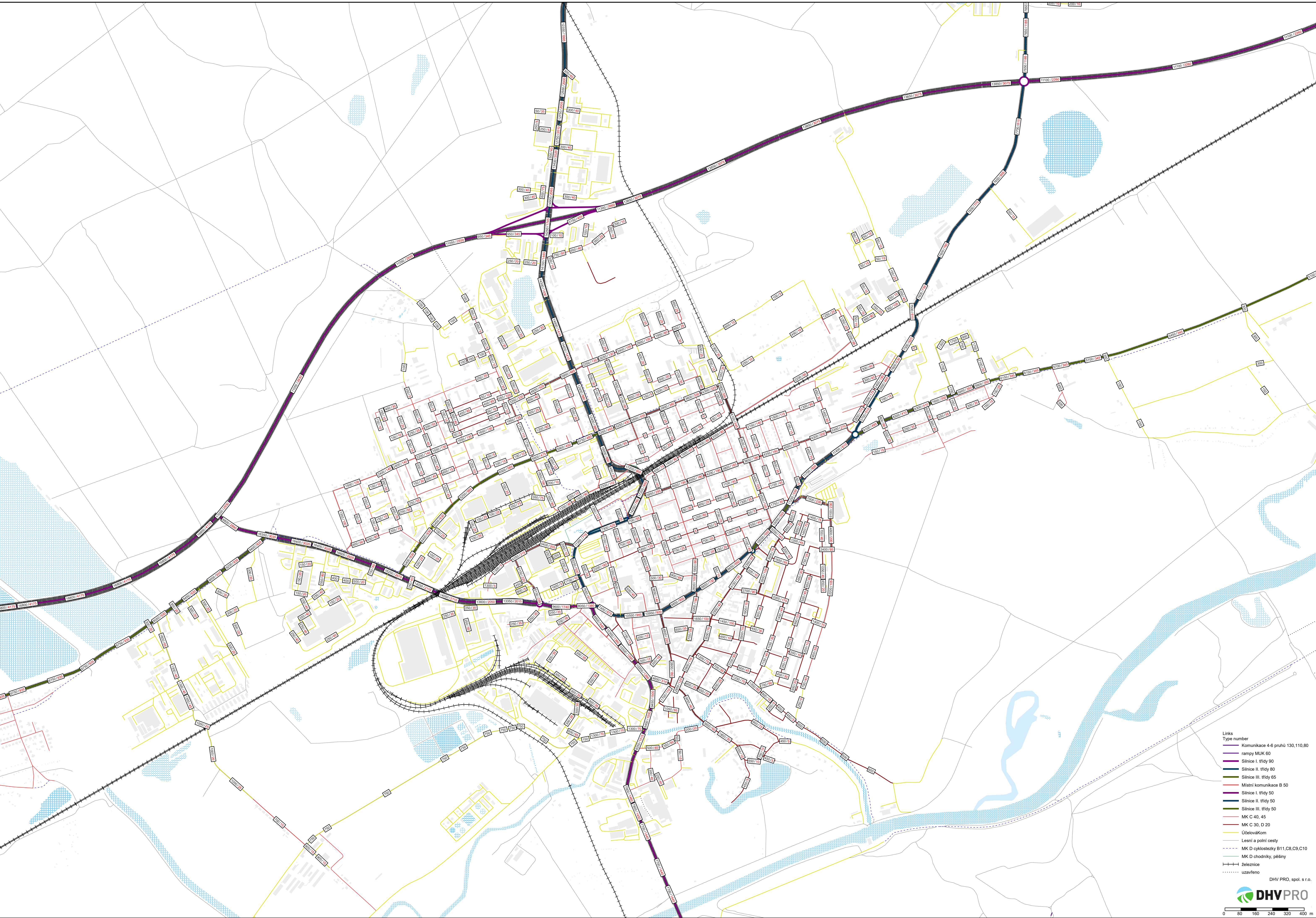
- Links  
Type number
- Komunikace 4-6 pruhů 130,110,80
  - rampy MUK 60
  - Silnice I. třídy 90
  - Silnice II. třídy 80
  - Silnice III. třídy 65
  - Místní komunikace B 50
  - Silnice I. třídy 50
  - Silnice II. třídy 50
  - Silnice III. třídy 50
  - MK C 40, 45
  - MK C 30, D 20
  - ÚčelováKom
  - Lesní a polní cesty
  - MK D cyklostezky B11,C8,C9,C10
  - MK D chodníky, pěšiny
  - železnice
  - uzavřeno

DHV PRO, spol. s r.o.



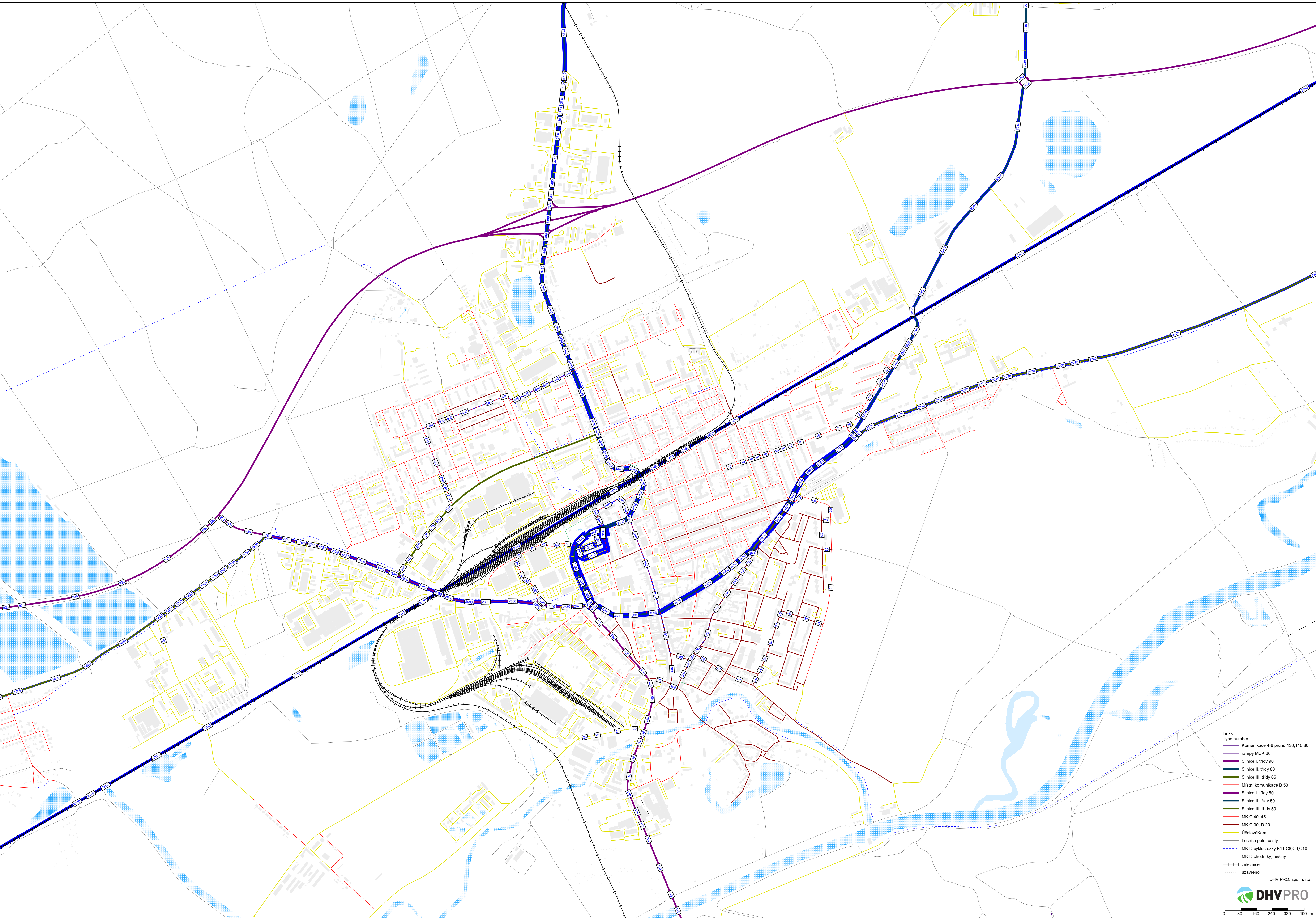
0 80 160 240 320 400 m



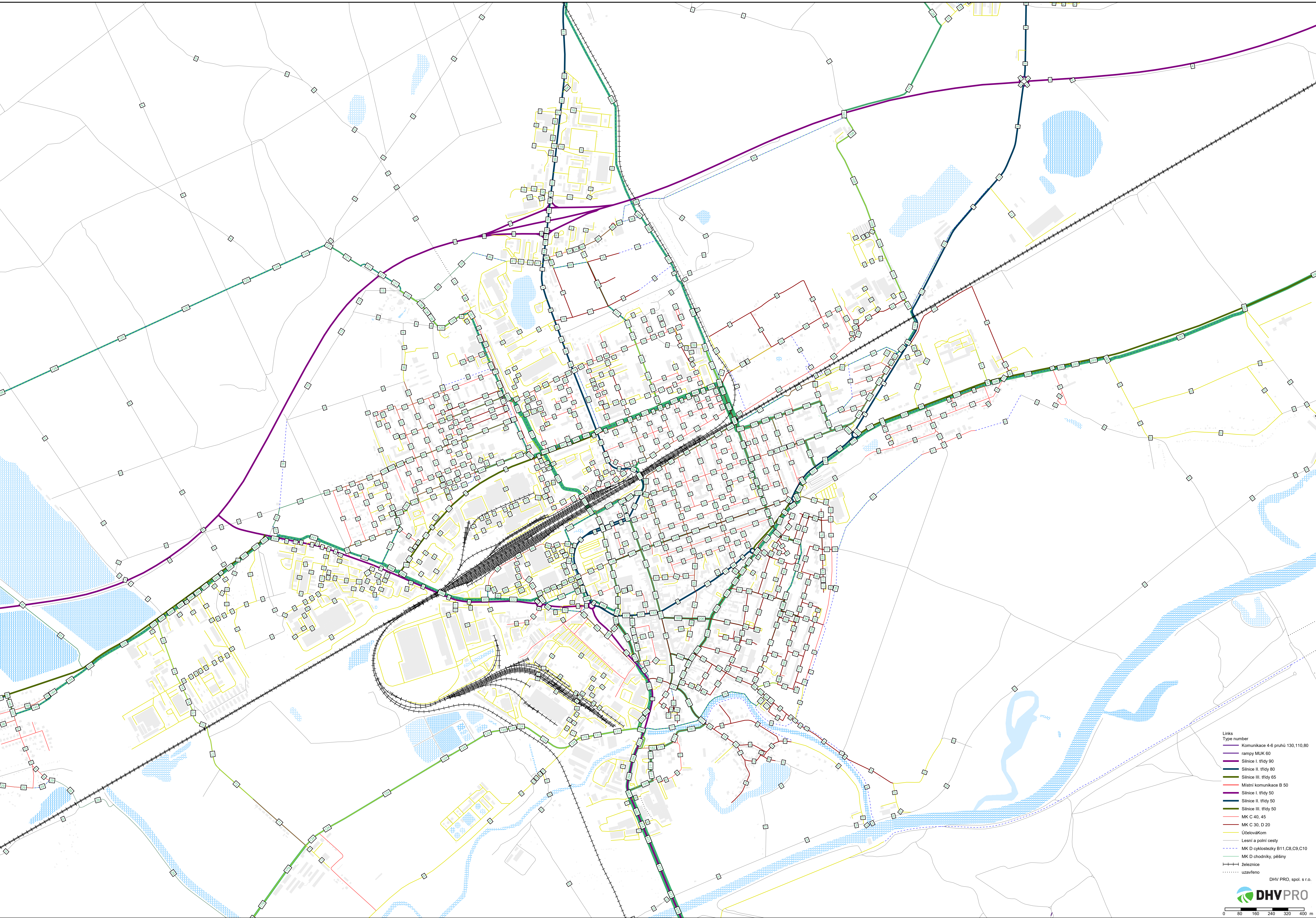


- Links  
Type number
- Komunikace 4-6 pruhů 130,110,80
  - rampy MUK 60
  - Silnice I. třídy 90
  - Silnice I. třídy 80
  - Silnice III. třídy 65
  - Místní komunikace B 50
  - Silnice I. třídy 50
  - Silnice II. třídy 50
  - Silnice III. třídy 50
  - MK C 40, 45
  - MK C 30, D 20
  - Účelovákom
  - Lesní a polní cesty
  - MK D cyklostezky B11,C8,C9,C10
  - MK D chodníky, pěšiny
  - železnice
  - uzavřeno









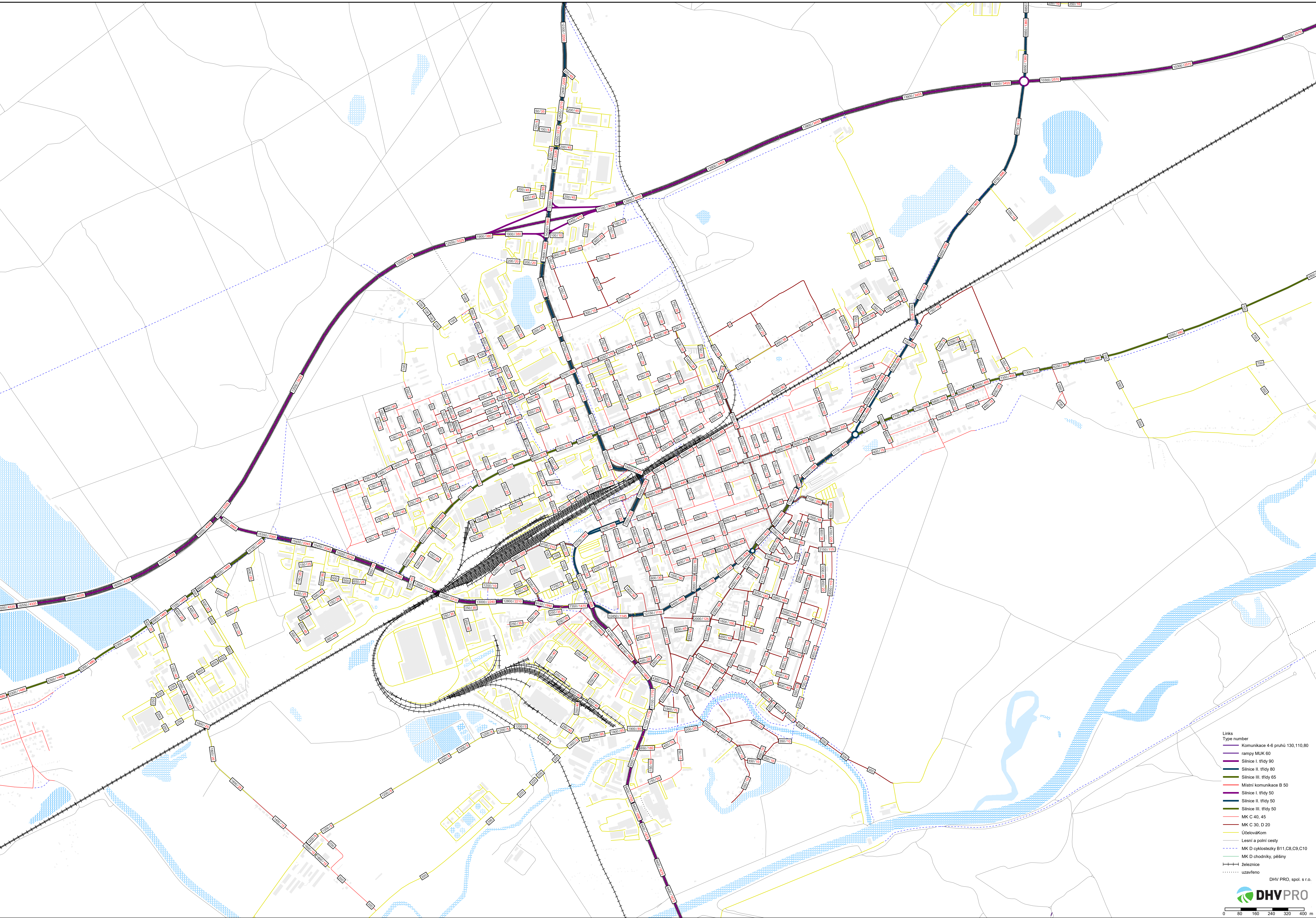
- Links  
Type number
- Komunikace 4-6 pruhů 130,110,80
  - rampy MUK 60
  - Silnice I. třídy 90
  - Silnice II. třídy 80
  - Silnice III. třídy 65
  - Místní komunikace B 50
  - Silnice I. třídy 50
  - Silnice II. třídy 50
  - Silnice III. třídy 50
  - MK C 40, 45
  - MK C 30, D 20
  - ÚčelováKom
  - Lesní a polní cesty
  - MK D cyklostezky B11,C8,C9,C10
  - MK D chodníky, pěšiny
  - železnice
  - uzavřeno

DHV PRO, spol. s r.o.

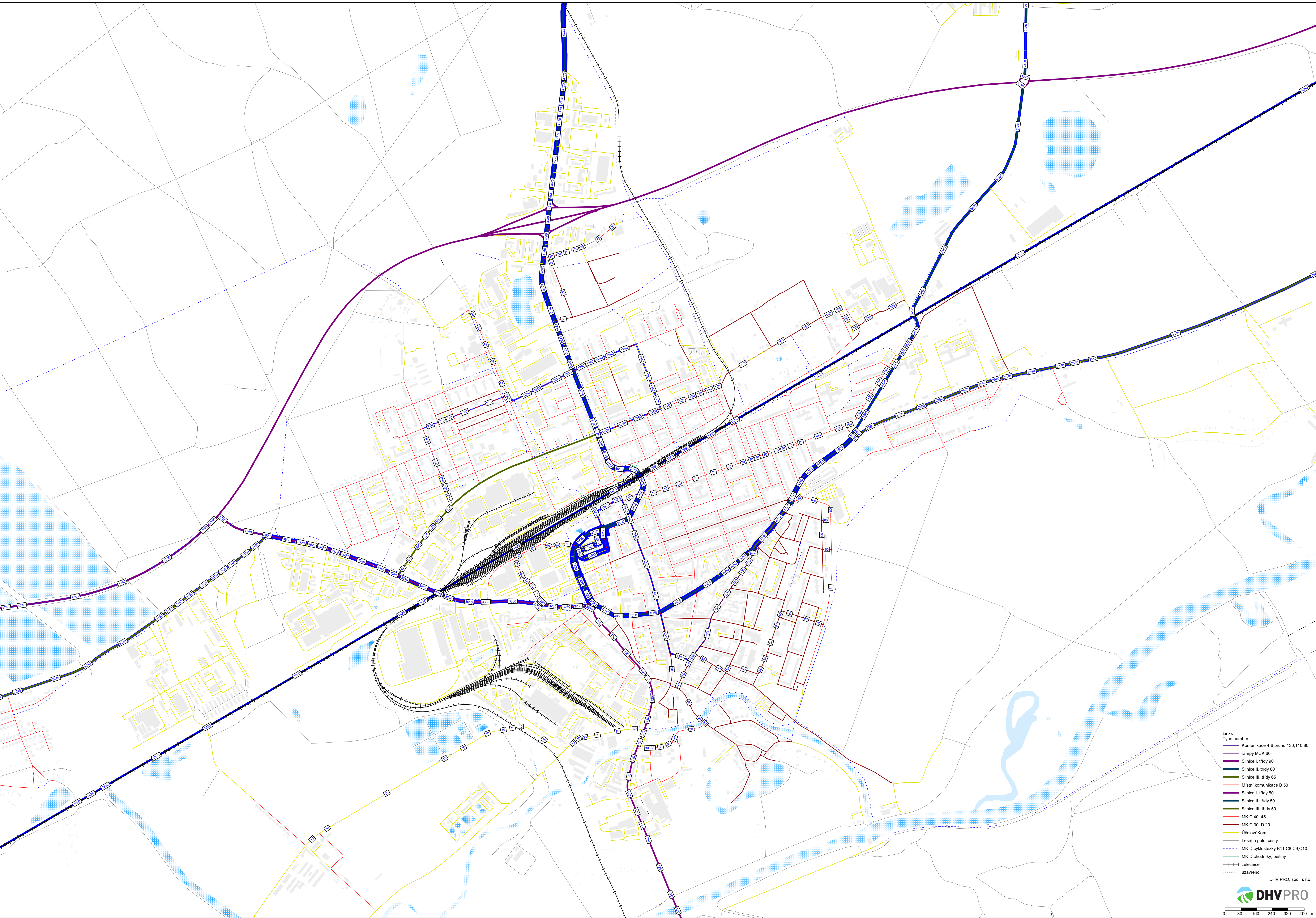


0 80 160 240 320 400 m







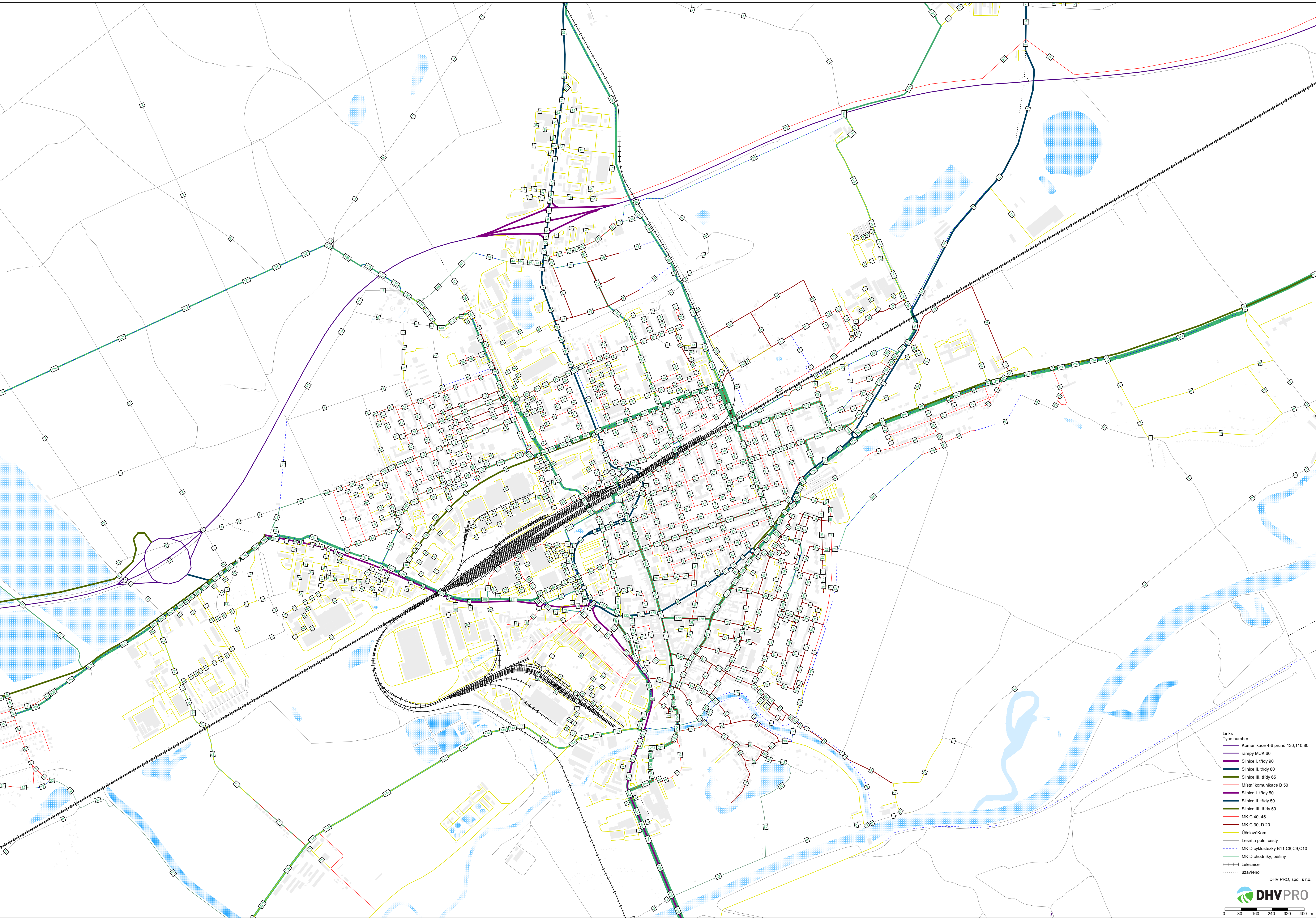


- Links  
Type number
- Komunikace 4-6 pruhů 130,110,80
  - rampy MUK 60
  - Silnice I. třídy 90
  - Silnice II. třídy 80
  - Silnice III. třídy 65
  - Místní komunikace B 50
  - Silnice I. třídy 50
  - Silnice II. třídy 50
  - Silnice III. třídy 50
  - MK C 40, 45
  - MK C 30, D 20
  - ÚčelováKom
  - Lesní a polní cesty
  - MK D cyklostezky B11,C8,C9,C10
  - MK D chodníky, pěšiny
  - železnice
  - uzavřeno

DHV PRO, spol. s r.o.







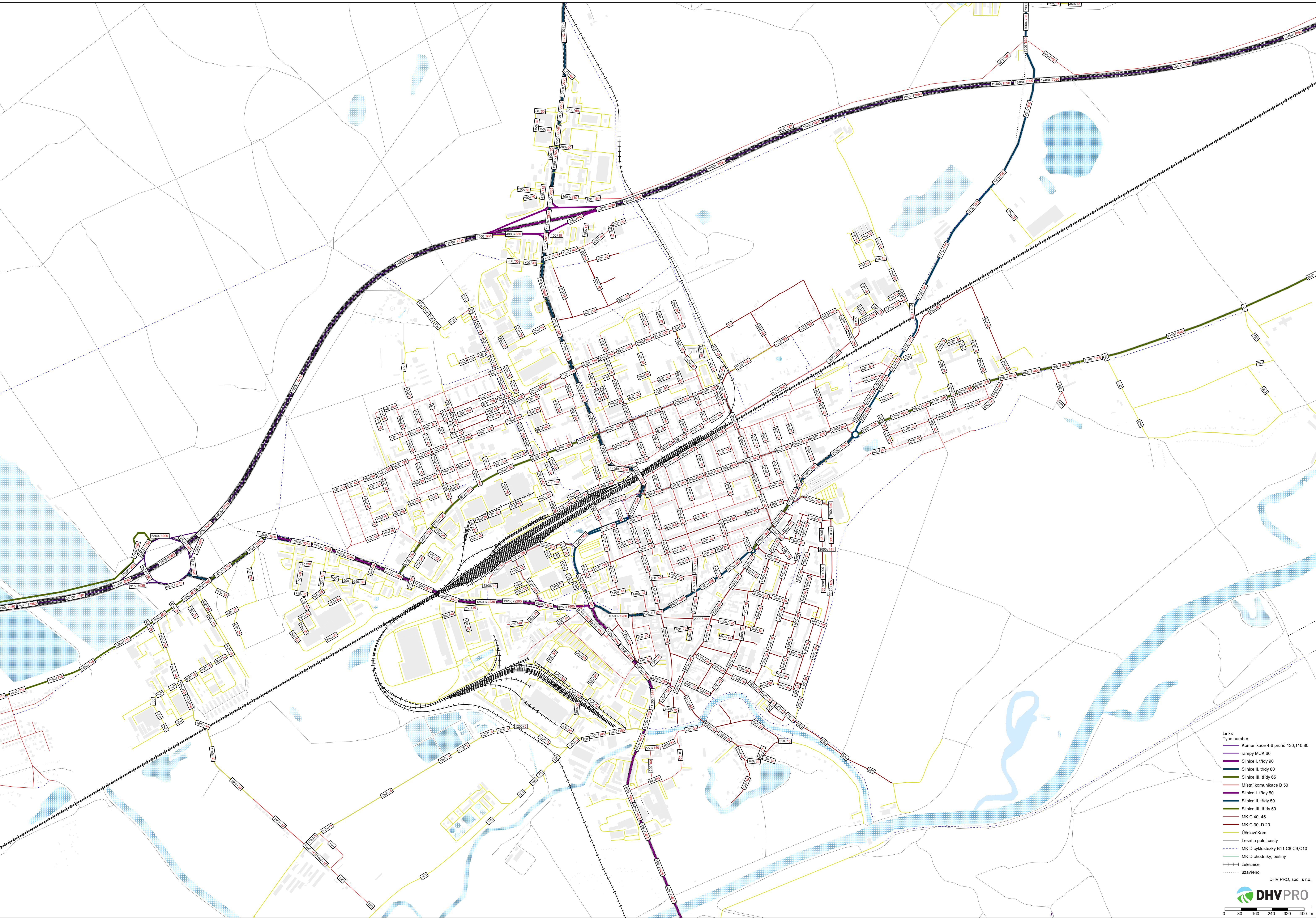
- Links  
Type number
- Komunikace 4-6 pruhů 130,110,80
  - rampy MUK 60
  - Silnice I. třídy 90
  - Silnice II. třídy 80
  - Silnice III. třídy 65
  - Místní komunikace B 50
  - Silnice I. třídy 50
  - Silnice II. třídy 50
  - Silnice III. třídy 50
  - MK C 40, 45
  - MK C 30, D 20
  - ÚčelováKom
  - Lesní a polní cesty
  - MK D cyklostezky B11,C8,C9,C10
  - MK D chodníky, pěšiny
  - železnice
  - uzavřeno

DHV PRO, spol. s r.o.



0 80 160 240 320 400 m





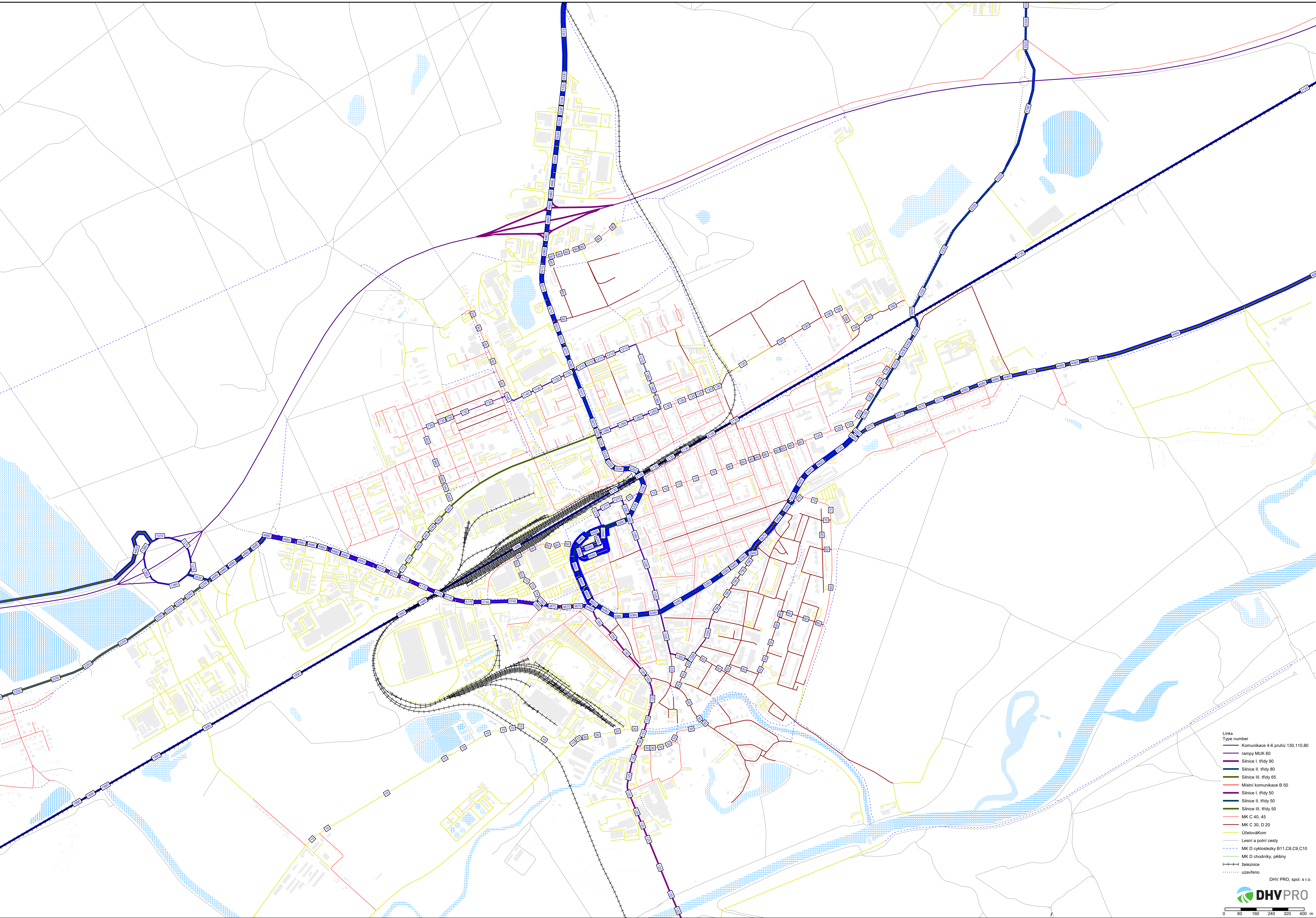
- Links  
Type number
- Komunikace 4-6 pruhů 130,110,80
  - rampy MUK 60
  - Silnice I. třídy 90
  - Silnice II. třídy 80
  - Silnice III. třídy 65
  - Místní komunikace B 50
  - Silnice I. třídy 50
  - Silnice II. třídy 50
  - Silnice III. třídy 50
  - MK C 40, 45
  - MK C 30, D 20
  - Účelovákom
  - Lesní a polní cesty
  - MK D cyklostezky B11,C8,C9,C10
  - MK D chodníky, pěšiny
  - železnice
  - uzavřeno

DHV PRO, spol. s r.o.

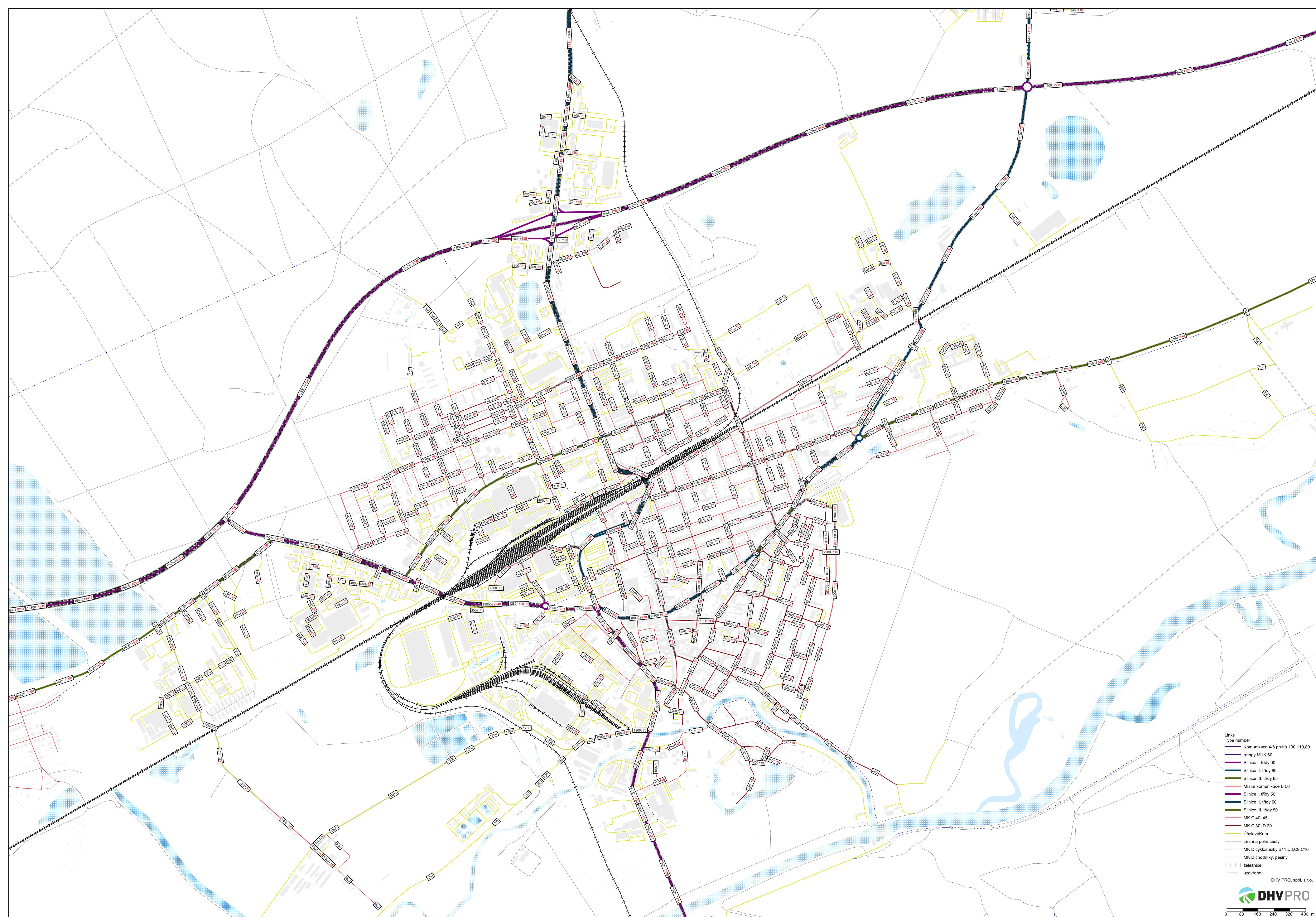


0 80 160 240 320 400 m









Links  
Type number  
Komunikace 4-6 pruhů 130,110,80  
rampy MUK 60  
Silnice I. třídy 90  
Silnice II. třídy 80  
Silnice III. třídy 65  
Místní komunikace B 50  
Silnice I. třídy 50  
Silnice II. třídy 50  
Silnice III. třídy 50  
MK C 40, 45  
MK C 30, D 20  
ÚčelováKom  
Lesní a polní cesty  
MK D cyklostezky B11,C8,C9,C10  
MK D chodníky, pěšiny  
železnice  
uzavřeno

DHV PRO, spol. s r.o.



0 80 160 240 320 400 m



