

PLÁN UDRŽATELNEJ MOBILITY KOŠICKÉHO SAMOSPRÁVNEHO KRAJA

DOPRAVNÝ MODEL - MANUÁL



Ing. Zdeněk Rogalewicz

NDCon s. r. o.

Obsah

Obsah.....	2
1 Identifikačné údaje projektu	3
2 Dopravný model	4
2.1 Model dopytu	4
2.1.1 Definovanie dopravno-urbanistických okrskov (zón).....	4
2.1.2 Definovanie vonkajších zón	5
2.2 Model ponuky	5
2.2.1 Ponuka verejnej dopravy.....	6
2.3 Prepojenie dopytu a ponuky	6
2.4 Model osobnej dopravy	7
2.4.1 Vznik ciest.....	7
2.4.2 Distribúcia ciest	7
2.4.3 Voľba dopravného prostriedku	8
2.4.4 Pridelenie na sieť.....	8
2.5 Model nákladnej dopravy.....	9
3 Práca s dopravným modelom.....	10
3.1 Prehliadanie modelu	10
3.1.1 Otvorení dopravného modelu.....	10
3.1.2 Pracovné prostredie	11
3.1.3 Editácia grafických parametrov	12
3.1.4 Filtry.....	14
3.1.5 Analytické nástroje.....	14
3.1.6 Zoznamy	15
3.1.7 Tlač výstupov	16
3.2 Modifikácie modelu.....	17
3.2.1 Vytvorenie Scenario management.....	17
3.2.2 Modifikácie	17
3.2.3 Scenáre	19



1 Identifikačné údaje projektu

Objednávateľ:	Košický samosprávny kraj Námestie Maratónu mieru 1, 042 66 Košice Štatutárny orgán: predseda – Ing. Rastislav Trnka IČO: 35541016, DIČ 2021624924 Kontaktná osoba: Ing. Erika Bartková Telefón: +421 55 7268 253 Mobil: +421 918 766 172 E-mail: erika.bartkova@vucke.sk
Zhotoviteľ:	NDCon s.r.o. Zlatnická 10/1582, 110 00 Praha 1 Štatutárny orgán: Ing. Robert Michek IČO: 64939511, DIČ: CZ64939511 IČ DPH: SK4020463623 Zapísaný v: Městský soud v Praze, oddíl C, vložka 42028 Kontaktná osoba: Ing. Jan Kašík Telefón: +420 603 820 397 E-mail: jan.kasik@ndcon.cz
Projekt:	Plán udržateľnej mobility Košického samosprávneho kraja
Kód projektu:	302011F490
Prijímateľ:	Košický samosprávny kraj, Námestie Maratónu mieru 1, 042 66 Košice
Program:	30200 - Integrovaný regionálny operačný program
Prioritná os:	30201 - 1. Bezpečná a ekologická doprava v regiónoch
Konkrétny cieľ:	302010021 - 1.2.1 Zvyšovanie atraktivity a konkurencieschopnosti verejnej osobnej dopravy
Časť projektu:	Dopravné modelovanie a Analýzy
Čas plnenia:	jún 2018 - december 2019



2.1.2 Definovanie vonkajších zón

Vonkajšími zónami je popísané blízke aj vzdialenejšie okolie riešeného územia a tieto zóny sú zdrojmi a cieľmi pre vonkajšiu a tranzitnú dopravu. Podrobnosť vonkajších zón je odlišná podľa vzdialenosti od riešeného územia a dopravného objemu medzi týmto územím a Košickým samosprávnym krajom.

Podrobnosť vonkajších zón susedných krajov - Prešovského a Banskobystrického je na úrovni okresov a obdobná podrobnosť je použitá aj pri susedných maďarských župách – Borsod-Abaúj-Zemplén a Szabolcs-Szatmár-Bereg, ktoré sú rozdelené na okresy. Z Poľska bolo vyčlenené ako samostatná zóna Podkarpatské vojvodstvo. Zvyšok Slovenska má podrobnosť krajov. Zvyšné územie Poľska a Maďarska predstavuje samostatné zóny, rovnako aj Česko, Rakúsko a Ukrajina.

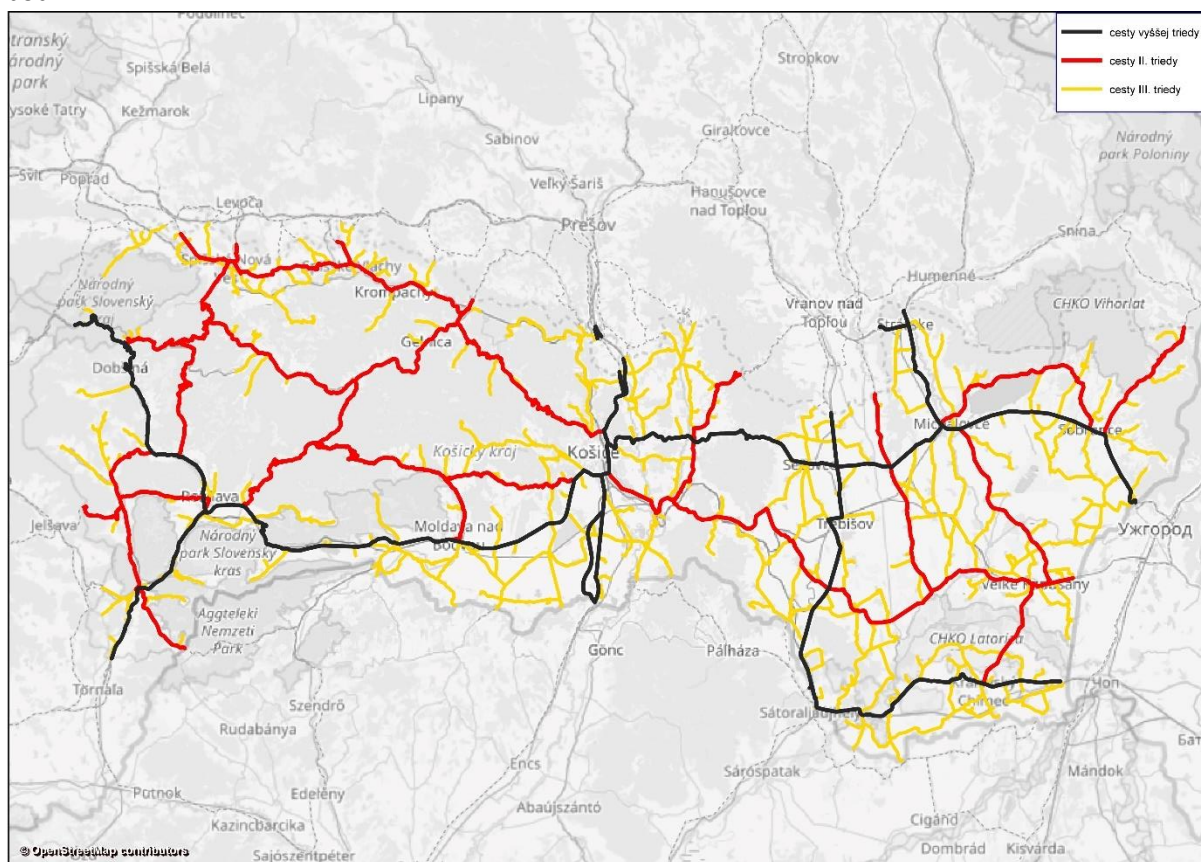
2.2 Model ponuky

Dopravnú ponuku v dopravnom modeli predstavuje predovšetkým parametrizovaná sieť pozemných komunikácií a železničných tratí.

V riešenom území modelová sieť využívaná pre automobilovú dopravu obsahuje nasledujúce prvky:

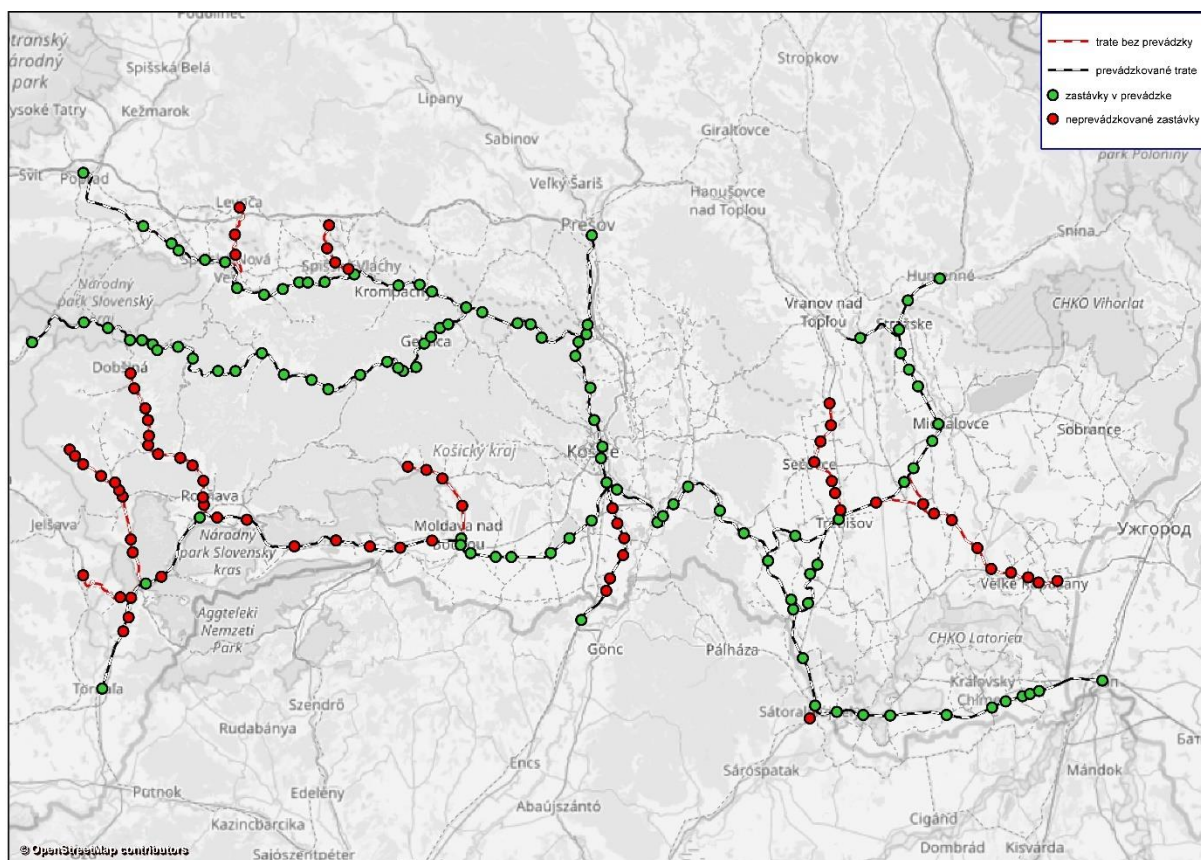
- Diaľnice a rýchlostné cesty
- Cesty I. triedy
- Cesty II. triedy
- Cesty III. triedy
- Dopravne významné miestne a účelové komunikácie

Vzhľadom na rozsah modelu a potrebnú podrobnosť sú všetky komunikácie prezentované jednou čiarou bez ohľadu na smerové rozdelenie. Podobne sú zjednodušené všetky križovatky iba na jeden bod.



Obrázok 2 Cestná sieť na území Košického samosprávneho kraja

V dopravnom modeli sú všetky železničné trate s normálnym rozchodom na území Košického samosprávneho kraja, vrátane všetkých neprevádzkovaných tratí. Bez ohľadu na množstvo koľají na danom traťovom úseku je obdobne ako pri cestách každá trať prezentovaná iba jednou čiarou.



Obrázok 3 Modelová sieť železničných tratí - prevádzkované (zelené) a neprevádzkované (červené) železničné trate v KSK

2.2.1 Ponuka verejnej dopravy

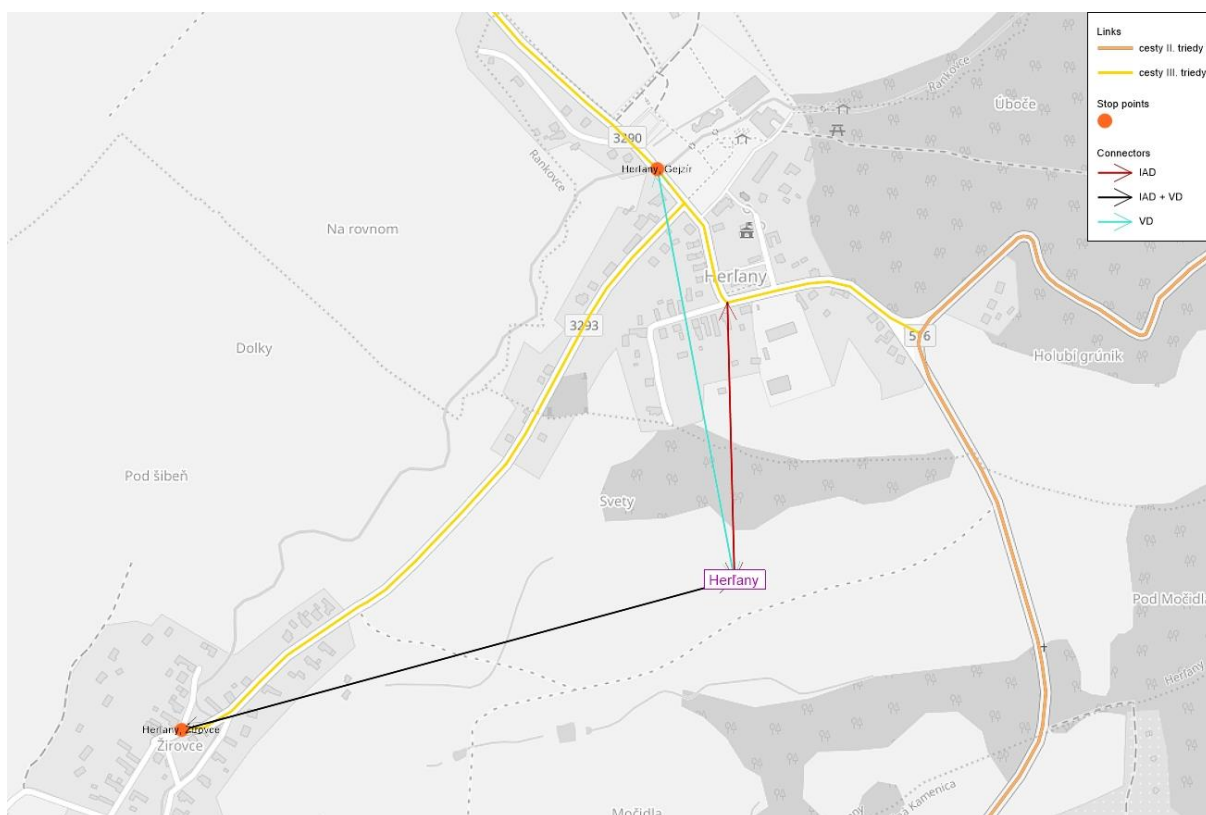
V modeli sú všetky železničné stanice a zastávky na území kraja. Pri autobusových zastávkach v rámci obcí, bola v súčinnosti so zadávateľom vykonaná agregácia zastávok podľa potrieb modelu. Výsledkom je, že sa v každej obci v modeli nachádza aspoň jedna agregovaná autobusová zastávka.

Model obsahuje kompletné cestovné poriadky všetkých liniek regionálnej a diaľkovej autobusovej dopravy vchádzajúcich na územie kraja. Rovnako aj kompletné cestovné poriadky všetkých vlakov na území kraja.

2.3 Prepojenie dopytu a ponuky

Vzájomné prepojenie dopravných zón predstavujúcich dopyt po doprave a dopravnej sieti prezentujúcej ponuku je realizované pomocou tzv. konektorov. Každá zóna môže byť na sieť napojená teoreticky neobmedzeným množstvom konektorov. Existujú dve možnosti pre pridelenie ciest na jednotlivé konektory – prvým variantom je absolútne pridelenie, kedy model sám vyhodnocuje, ktorý konektor je pre danú cestu najvýhodnejší a druhým variantom je zdieľané pridelenie, keď je dopyt medzi konektormi prerozdelený podľa vopred daného percentuálneho pomeru. Druhý variant je vhodný najmä ak sa v okrsku nachádza nejaký významný zdroj/cieľ dopravného dopytu alebo naopak v prípade, že je rozdelenie dopytu v území rovnomerné (napr. bývanie v rodinných domoch).

Konektory spájajú dopravné zóny s miestami na sieti, kde sa nachádzajú zdroje a ciele dopravného dopytu, čo sú v praxi najčastejšie križovatky s miestnymi komunikáciami, ktoré nie sú súčasťou modelovej siete. V prípade verejnej dopravy sú konektory vedené priamo na zastávky verejnej dopravy.



Obrázok 4 Príklad konektorov – obec Herľany

2.4 Model osobnej dopravy

Model osobnej dopravy je spracovaný ako klasický štvorstupňový model. Jednotlivé kroky – čiastkové modely sú:

1. Vznik ciest (Trip generation)
2. Distribúcia ciest (Trip distribution)
3. Voľba dopravného prostriedku (Mode choice)
4. Pridelenie na sieť (Assignment)

2.4.1 Vznik ciest

Proces vzniku ciest – výpočet dopravných objemov sa skladá z dvoch častí. Pre každú zónu je vypočítaná produktivita a atraktivita. Produktivita predstavuje počet ciest, ktoré daná zóna vygeneruje a atraktivita naopak počet ciest, ktoré zóna pritiahne. Výpočet oboch týchto veličín prebieha obdobne, a to násobením demografických veličín popisujúcich zónu špecifickou hybnosťou. Hodnoty špecifických hybností sú odvodené z dopravných modelov Slovenska a Košíc.

2.4.2 Distribúcia ciest

Pre distribúciu ciest je použitý gravitačný model, kde je špecifikum každej vrstvy dopytu (dvojice účelov ciest) opísané pomocou distribučnej funkcie, ktorej parametre sú odvodené z dopravného modelu Slovenska.

Výsledkom tohto kroku sú matice dopravného dopytu pre všetky dopytové vrstvy v počte osôb za 24 hodín bez ohľadu na použitý dopravný prostriedok.

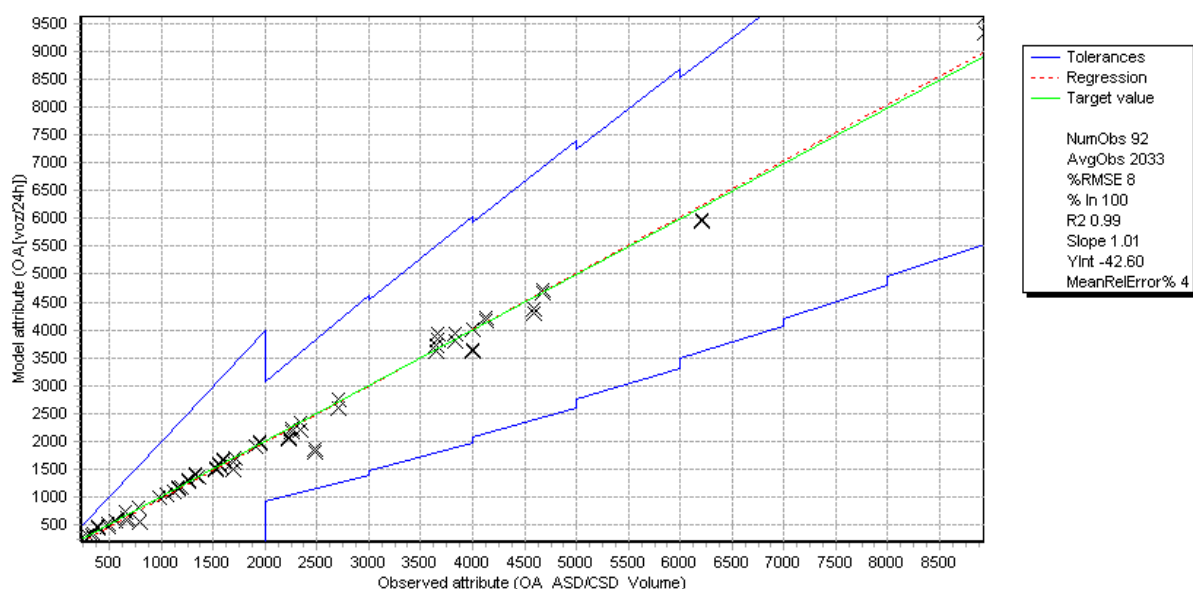
2.4.3 Voľba dopravného prostriedku

V tomto kroku sú matice získané z predchádzajúceho kroku rozdelené pomocou metódy generalizovaných nákladov medzi sledované dopravné módy. Parametre sú odvodené z dopravných modelov Slovenska a Košíc, ďalej upravené a aktualizované podľa súčasných ekonomických ukazovateľov a nákladov na dopravu ako sú ceny cestovných lístkov, pohonných hmôt a ďalších.

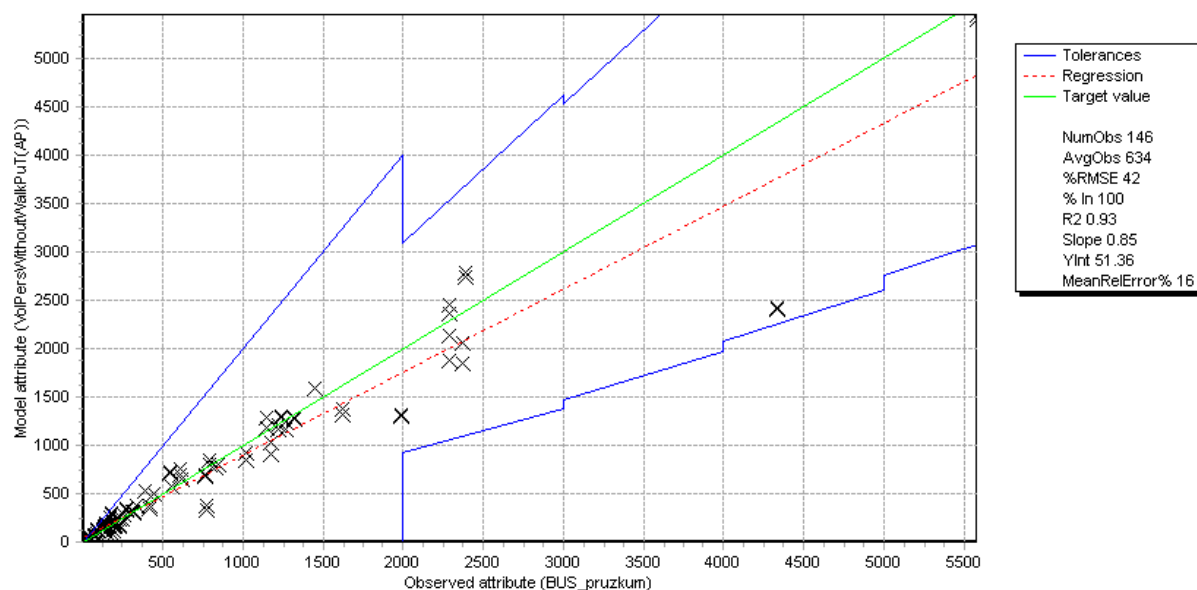
Výsledkom tohto kroku sú matice dopravného dopytu pre všetky kombinácie dopytových vrstiev a dopravných módov, ktoré sú následne spočítané po módoch.

2.4.4 Pridelenie na sieť

Pre výpočet zaťaženia automobilovej dopravy bol použitý algoritmus Equilibrium. Ide o stochastický algoritmus zohľadňujúci obmedzenú kapacitu dopravnej siete, pomocou ktorého je dosiahnutý optimálny stav prostredníctvom porovnávania intenzít a kapacity v niekoľkých opakovaníach. Pre výpočet zaťaženia verejnej dopravy bol použitý algoritmus Timetable zohľadňujúci kompletne cestovné poriadky liniek.



Obrázok 5 Kvalita kalibrácie zaťaženia siete osobnými automobilmi

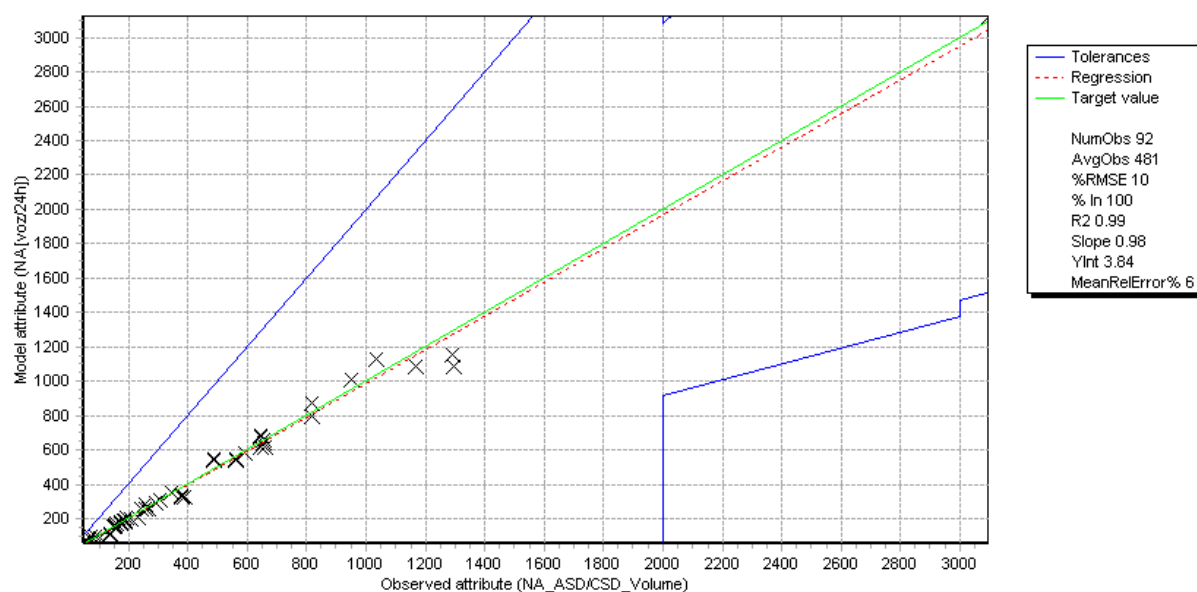


Obrázok 6 Kvalita kalibrácie zaťaženia siete verejnou dopravou

2.5 Model nákladnej dopravy

Nákladná doprava je od začiatku modelovaná spoločne s osobnou dopravou. O zdrojoch a cieľoch nákladnej dopravy existuje oproti osobnej oveľa menej informácií, keďže ide prevažne o neverejné údaje súkromných spoločností. Pre tvorbu a distribúciu ciest je základným predpokladom úvaha, že nákladná doprava je generovaná v závislosti na ľudskej pracovnej činnosti, a teda, že množstvo nákladnej dopravy je priamo závislé od počtu pracovných miest v danej zóne. Týmto spôsobom bola vytvorená matica nákladnej dopravy, ktorá bola následne kalibrovaná podľa výsledkov dopravných prieskumov.

Pridelenie na sieť prebehlo obdobne ako u osobných automobilov pomocou iteračného algoritmu Equilibrium.



Obrázok 7 Kvalita kalibrácie zaťaženia siete nákladnými automobilmi

3 Práca s dopravným modelom

V nasledujúcom návode sú použité skratky:

LT – ľavé tlačidlo myši

PT – pravé tlačidlo myši

Základní delení dopravy v modeli je na PrT (individuálna doprava) a PuT (verejná doprava)

3.1 Prehliadanie modelu

3.1.1 Otvorení dopravného modelu

Dopravný model je vytvorený vo verzii PTV Visum 17.01. Model môže byť otvorený iba v tejto alebo novšej verzii softvéru.

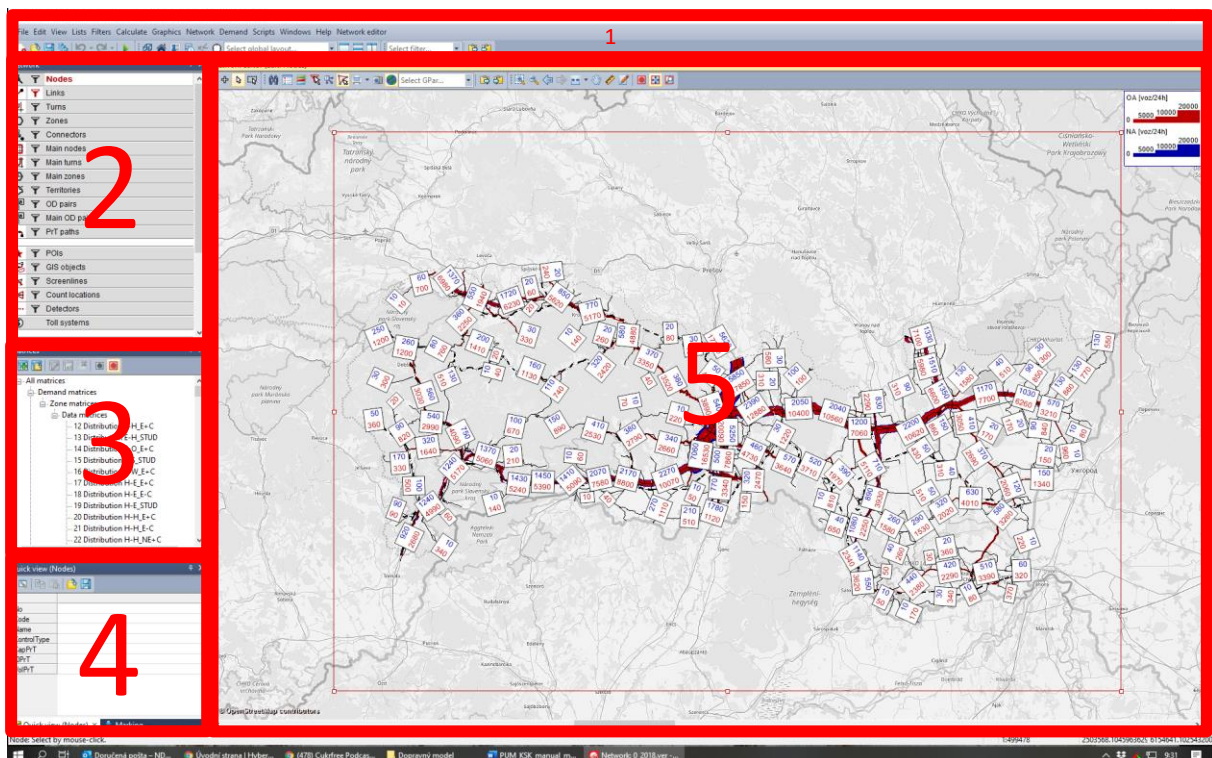
Model je celý obsiahnutý v jednom súbore s koncovkou .VER

V rámci prác na PUM KSK boli vytvorené a predané nasledujúce scenáre:

verze modelu	scenár
O_2018.ver	existujúci stav siete, dopyt 2018
O_2025.ver	existujúci stav siete, dopyt 2025
O_2030.ver	existujúci stav siete, dopyt 2030
O_2040.ver	existujúci stav siete, dopyt 2040
O_2050.ver	existujúci stav siete, dopyt 2050
BAU_2025.ver	scenár business as usual, dopyt 2025
BAU_2030.ver	scenár business as usual, dopyt 2030
BAU_2040.ver	scenár business as usual, dopyt 2040
BAU_2050.ver	scenár business as usual, dopyt 2050
ALL_2025.ver	scenár do all, dopyt 2025
ALL_2030.ver	scenár do all, dopyt 2030
ALL_2040.ver	scenár do all, dopyt 2040
ALL_2050.ver	scenár do all, dopyt 2050



3.1.2 Pracovné prostredie



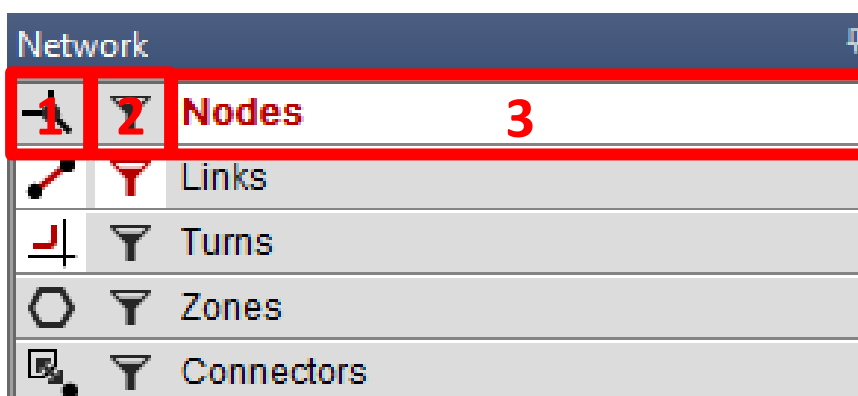
1 – Ponuka funkcií programu/hlavná ponuka

2 – Zobrazenie, aktivácia a filtrovanie prvkov modelu

3 – Zoznam matíc

4 – Okno rýchleho náhľadu (Informácie o momentálne aktívnom prvku/matici)

5 – Hlavné okno, v ktorom sa zobrazuje samotný model (Network editor), prípadne zoznamy (Lists) a ďalšie



1 – LT: zobrazenie prvku v okne Network editor

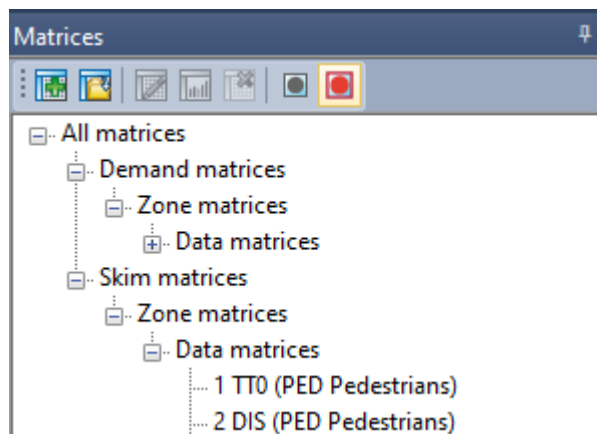
PT: Editácia grafických parametrov prvku (viď kapitola 3.1.3)

2 – LT: aktivácia filtru pre prvok

PT: nastavenie filtru (viď kapitola 3.1.4)

3 – LT: Aktivácia prvku

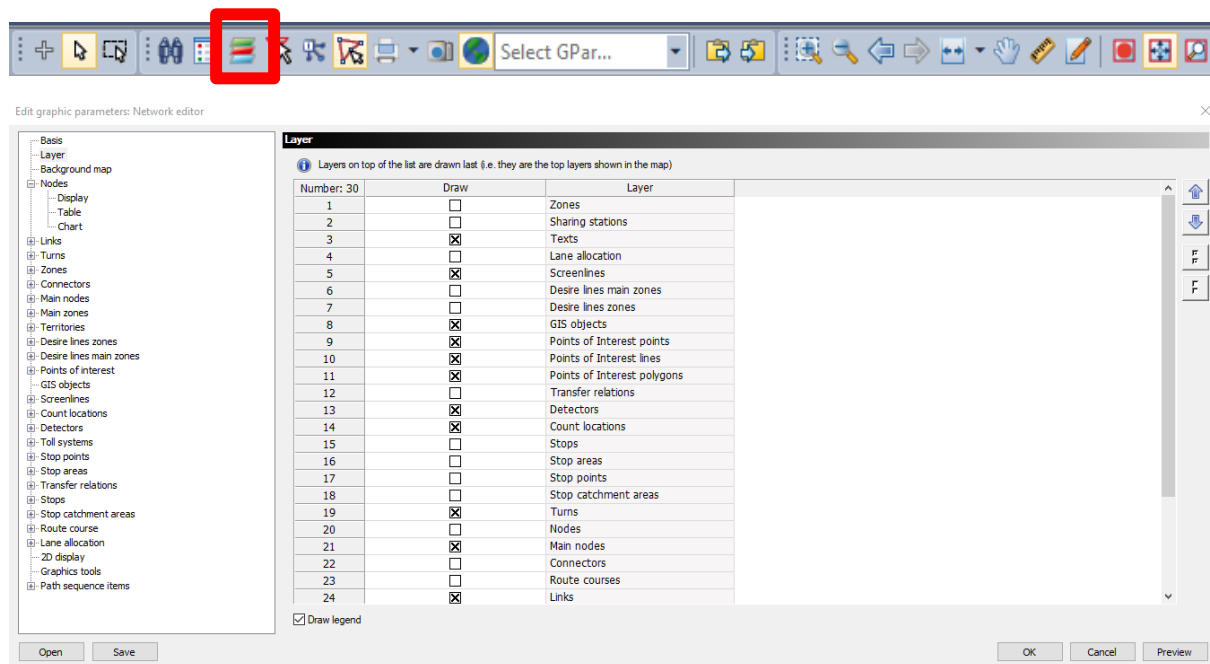
PT: Ponuka ďalších funkcií



Matice sú rozdelené do dvoch základných skupín: Dopytové (Demand matrices) a popisujúci sieť (Skim matrices). LT: Informácie o matici v okne Quick view. Dvojklikom sa matica zobrazí v hlavnom/aktívnom oknu.

3.1.3 Editácia grafických parametrov

LT v okne Network editor, V hlavnej ponuke Graphics/Edit graphic parameters... alebo skratka Ctrl+G

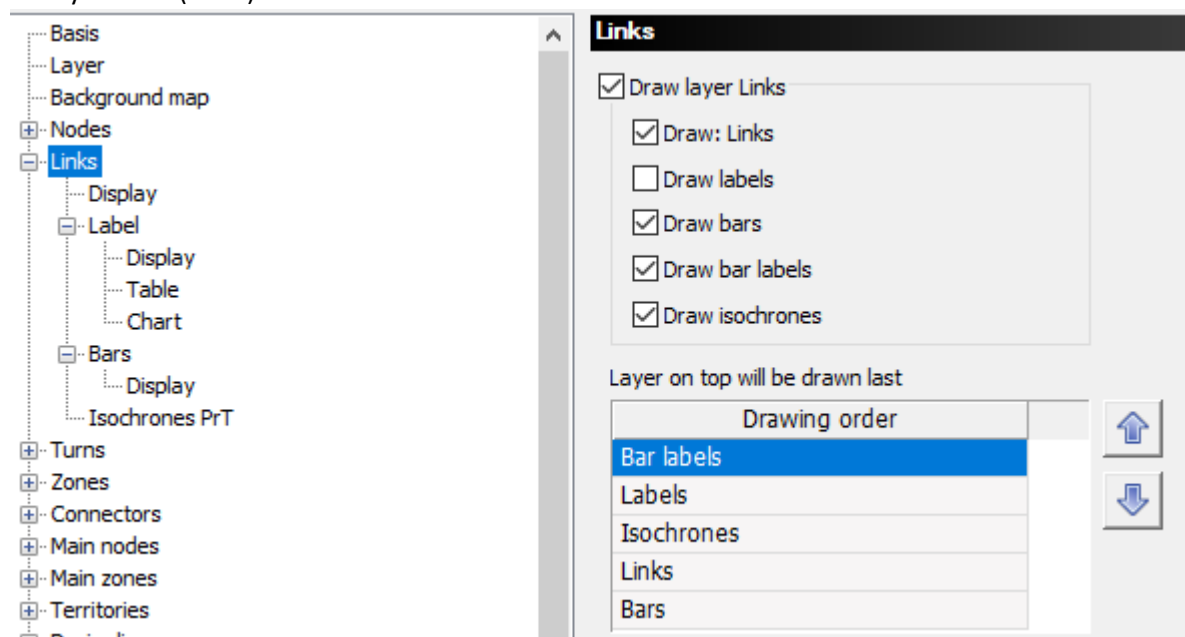


Layer – pomocou šípiek vpravo je možné nastaviť poradie zobrazovania prvkov/vrstiev

Background map – výber a nastavenie podkladovej mapy v okne Network editor



Nastavenie zobrazovania prvkov je u väčšiny prvkov veľmi podobné, uvádzam príklad nastavenia u vrstvy úsekov (Links).

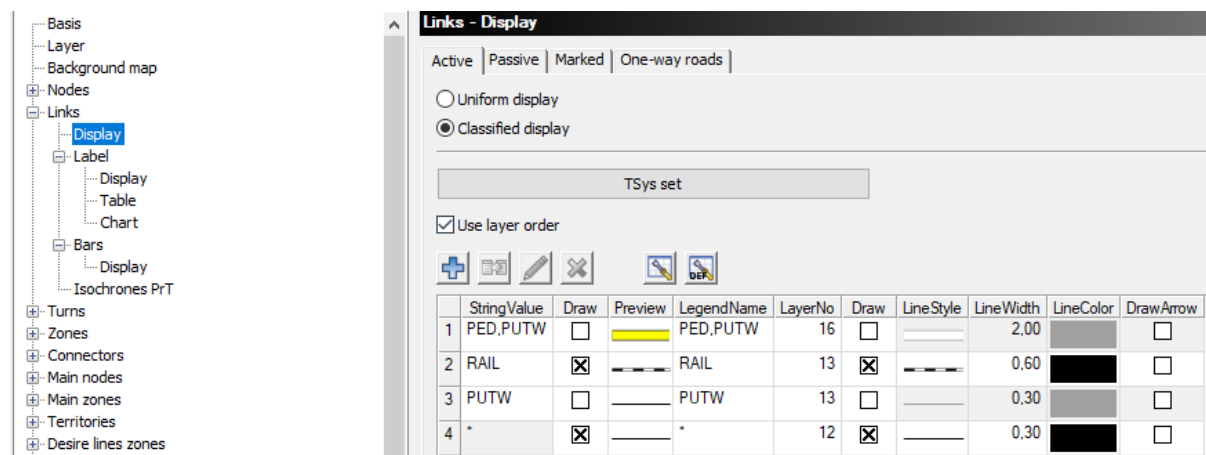


Pri kliknutí na prvok sa nastavuje viditeľnosť jednotlivých funkcionalít. Tiež možné nastaviť ich poradie.

Display – zobrazenie samotného prvku

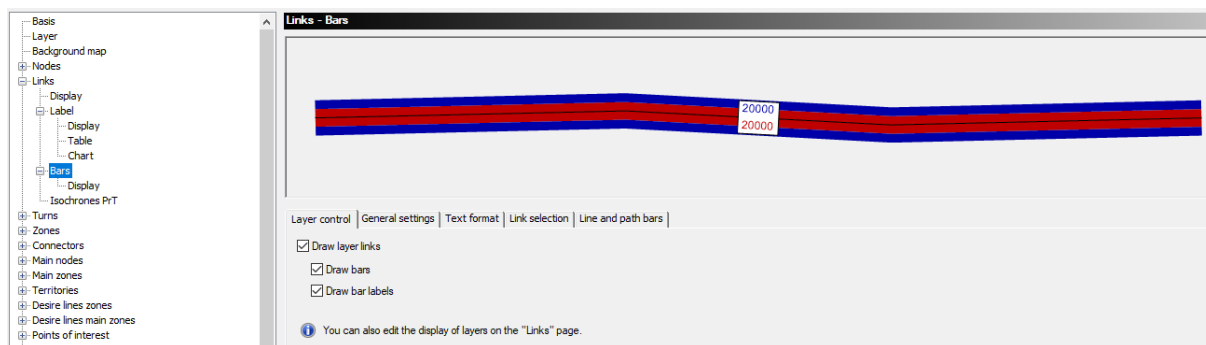
Labels – popisky prvku

Bar + bar labels – kartogramy a ich popisky

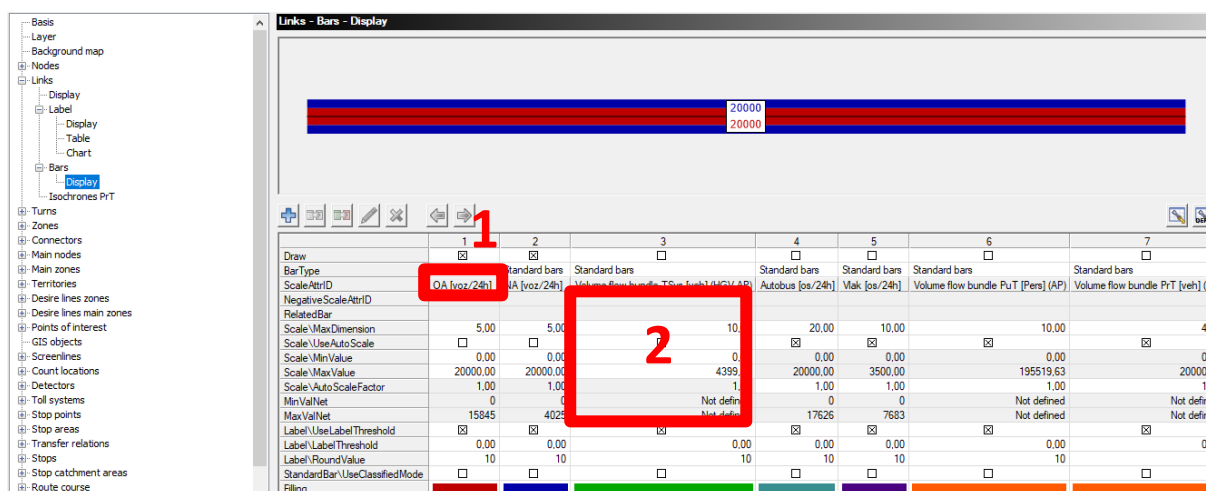


Zobrazení je možné buď u všetkých prvkov rovnaké (uniform) alebo v závislosti na vybratom parametre/atribúte (classified).

U popiskov (Label) je možné nastaviť obyčajný textový popisok alebo označení prvku napríklad značkou v záložke Display, alebo zobrazenie tabuľky s atribútmi prvku (Table) alebo zobrazenie stĺpcového či koláčového grafu (Chart).



U kartogramov sa v prvej rade nastavujú globálne parametre. V podzáložke Display sa následne vyberajú konkrétne atribúty pre zobrazenie.



1 – LT: výber zobrazovaného atribútu

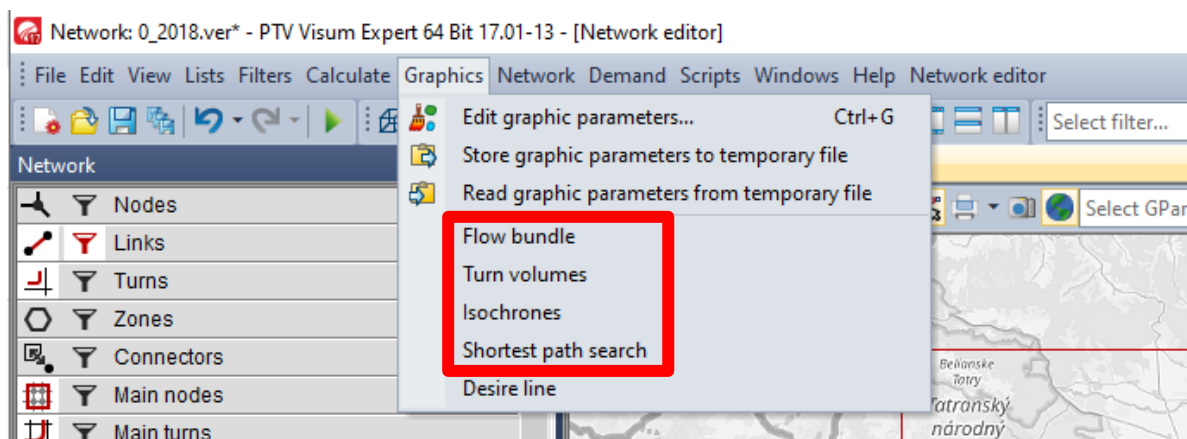
2 – dvojklik: nastavení zobrazení konkrétného atribútu

3.1.4 Filtry

Služi na zobrazenie len vybraných prvkov na základe hodnôt jedného alebo viacerých atribútov.

Ak je filter aktívny, výsledok je zobrazený v Network editor. Filtrovať je možné aj zoznamy (Lists) viď kapitola 3.1.6.

3.1.5 Analytické nástroje



Flow bundle - analýza úseku umožňuje zistiť odkiaľ kam idú účastníci premávky využívajúcu daný úsek, prechádzajúce uzol alebo napríklad začínajúce cestu v konkrétnom okrsku.

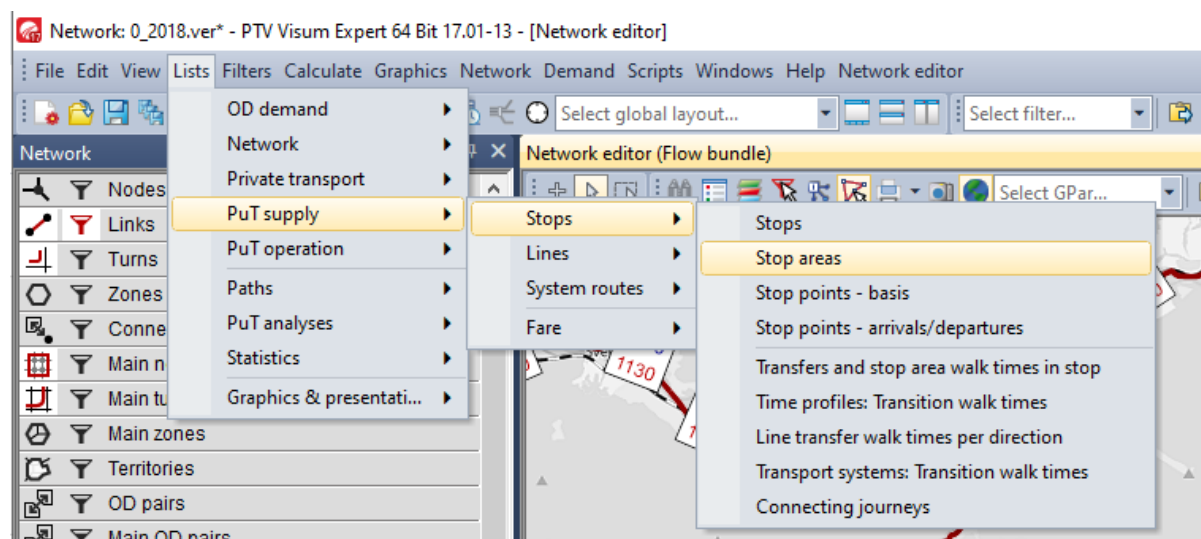
Turn volumes - slúži pre analýzu križovatiek pohybov. Ak je režim aktívny, kliknutím zapínam a vypínam jednotlivé križovatky.

Isochrones - zobrazuje časovej dostupnosti vybraných prvkov siete

Shortest path search - Vyhľadáva najkratšiu / najrýchlejšiu cestu sietí na základe zadaných parametrov

3.1.6 Zoznamy

Zoznamy sa nachádzajú v hlavnej ponuke v záložke Lists.



List (Links)

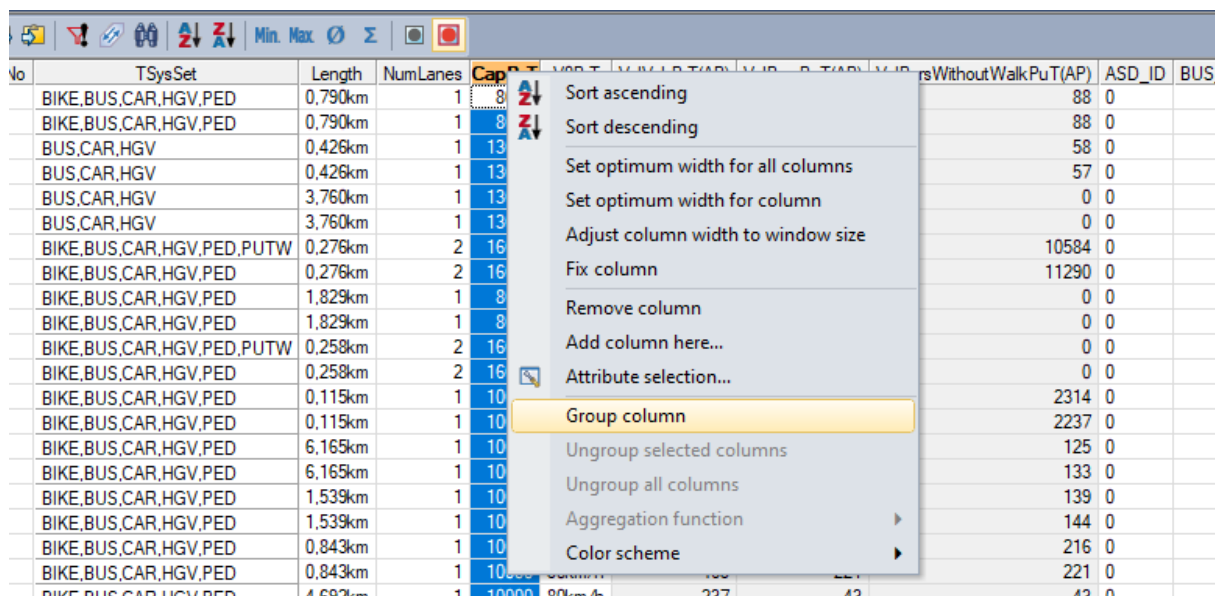
1 2 3

Number: 7 514	No	FromNodeNo	ToNodeNo	TypeNo	TSysSet	Length	NumLanes	CapPrT
1	33	33	34	50	BIKE,BUS,CAR,HGV,PED	0,790km	1	8000
2	33	34	33	50	BIKE,BUS,CAR,HGV,PED	0,790km	1	8000
3	35	2359	59615	30	BUS,CAR,HGV	0,426km	1	13000
4	35	59615	2359	30	BUS,CAR,HGV	0,426km	1	13000
5	48	55	1896	30	BUS,CAR,HGV	3,760km	1	13000
6	48	1896	55	30	BUS,CAR,HGV	3,760km	1	13000
7	127	137	41263	70	BIKE,BUS,CAR,HGV,PED,PUTW	0,276km	2	16000
8	127	41263	137	70	BIKE,BUS,CAR,HGV,PED	0,276km	2	16000
9	134	143	65814	50	BIKE,BUS,CAR,HGV,PED	1,829km	1	8000

1 – výber zobrazovaných atribútov (stĺpcov)

2 – aplikácia aktívneho filtru na zoznam

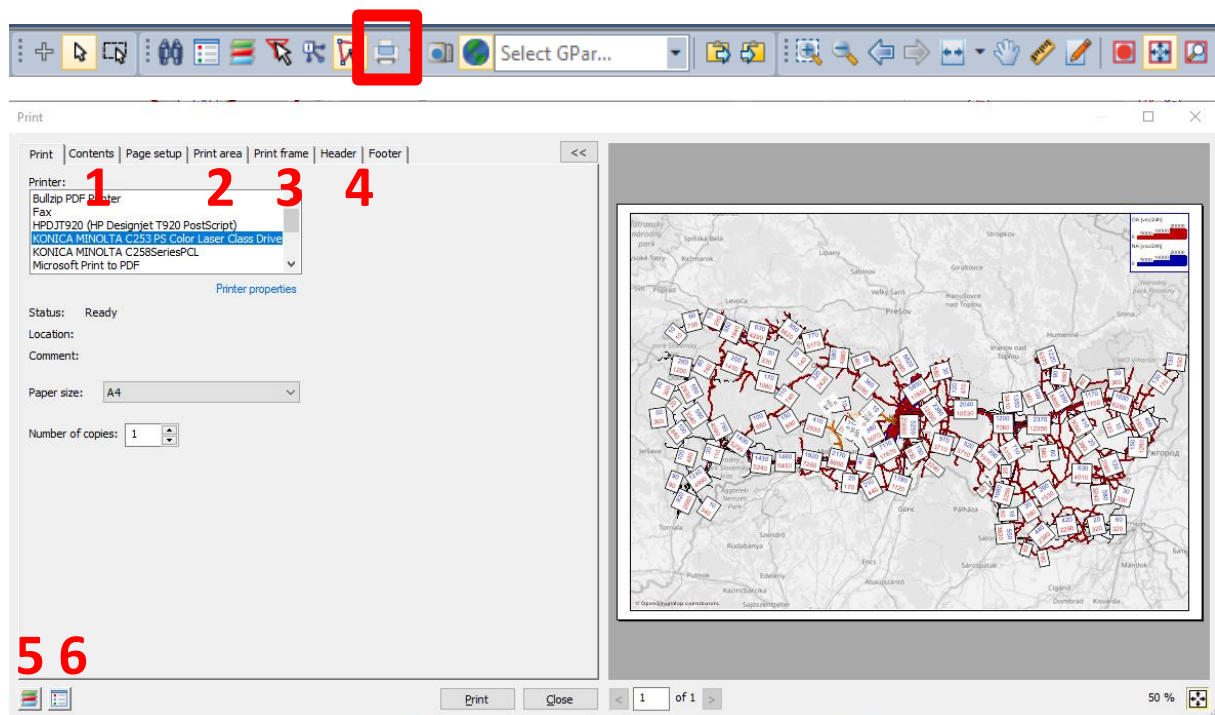
3 – prepínanie medzi režimom jednosmerných a obojsmerných úsekov



PT na záhlavie stĺpca: ponuka funkcií, predovšetkým zoskupovanie prvkov s rovnakou hodnotou atribútu a razení prvkov.

3.1.7 Tlač výstupov

LT v okne Network editor, V hlavnej ponuke File/Print... alebo skratka Ctrl+P



1 – rozsah tlače, predovšetkým môžu tlačiť aktuálny pohľad (Current view) alebo preddefinovanú oblasť (Print area).

2 – Oblasť môžu nastaviť pomocou súradníc alebo priamo v Network editor okne.

3 – Tlačový rámeček

4 – Záhlavie a zapätie

5 – Dodatočné nastavenie grafických parametrov

6 – Zobrazenie legendy (možno tiež rovnakou ikonou z okna Network editor)

3.2 Modifikácie modelu

Upravovať model je možné priamo, alebo je možné využiť funkcionality Scenario management, ktorá zachová súčasný model ako Base version a umožňuje vytvárať modifikácie a scenáre.

3.2.1 Vytvorení Scenario management

Hlavná ponuka: File/Scenario management/New project...

Create new project

Project name:

Base directory:

Project file: C:\Users\zdenek.rogalewicz\Documents\.\vpdbx

Base version

☒ Use currently loaded data as base version

☐ Use existing version as base version

Project database

☒ Manage project database in file (allows you to copy the project easily, but does not support simultaneous editing by multiple users)

☐ Manage project database in SQL Server (supports simultaneous editing of a project by multiple users, but requires project database export to copy it)

Database connection...

OK Cancel

Následne sa na zadanom mieste vytvorí štruktúra priečinkov obsahujúci všetky súbory patriace k danému projektu. Projekt samotný sa potom spúšťa pomocou súboru [názov modelu].VPDBX

3.2.2 Modifikácie

Edit project

Basic settings | Scenarios | **Modifications** | Procedure parameter sets | Comparison patterns | Distributed computing | Multi-user mode

Number: 104	Number	Load order	Code	Description	Group	Dependent on	Exclusion
52	54	62	II/547 Krompachy – obchvat		42	...	
53	55	63	II/547 Veľký Folkmar, obchvat		42	...	
54	56	64	II/548 Šemša – Pereš		42	...	
55	57	65	II/552 Bohdanovce, obchvat		42	...	
56	58	66	II/552 Rákoš, obchvat		42	...	
57	59	67	II/552 Slanec, obchvat		42	...	
58	60	68	II/552 Zemplínska Teplica, obchvat		42	...	
59	61	69	II/552 Kucany – Oborín		42	...	
60	62	70	II/552 Veľké Raškovce, obchvat		42	...	
61	63	71	II/552 Čalovka – Nižný Žipov		42	...	
62	64	72	II/552 Zemplínsky Branč – Novosad		42	...	
63	65	73	II/552 Veľké Kapušany – Maťovce		42	...	
64	66	74	II/555 Palín a Stretava, obchvat		42	...	
65	67	75	II/555 Pavlovce nad Uhom, obchvat		42	...	

Export partial project... Integrate project... Close project

Pri vytváraní nové modifikácie sa zadá meno a popis (nepovinný) a potom závislosti na iných modifikáciách prípadne scenároch. Pokiaľ sa jedná o nezávislú modifikáciu, zaškrkneme Base version.



Create new modification

Code:

Description:

Group:

OK Cancel

Select the base scenario

For the new modification, please select the modifications it depends on and the mutually excluding modifications.

For this, you may either select a base scenario or define the dependencies and exclusions manually.

Subsequently, the base version and all modifications will be loaded via 'Depending on' and you can start network editing.

Depending on:

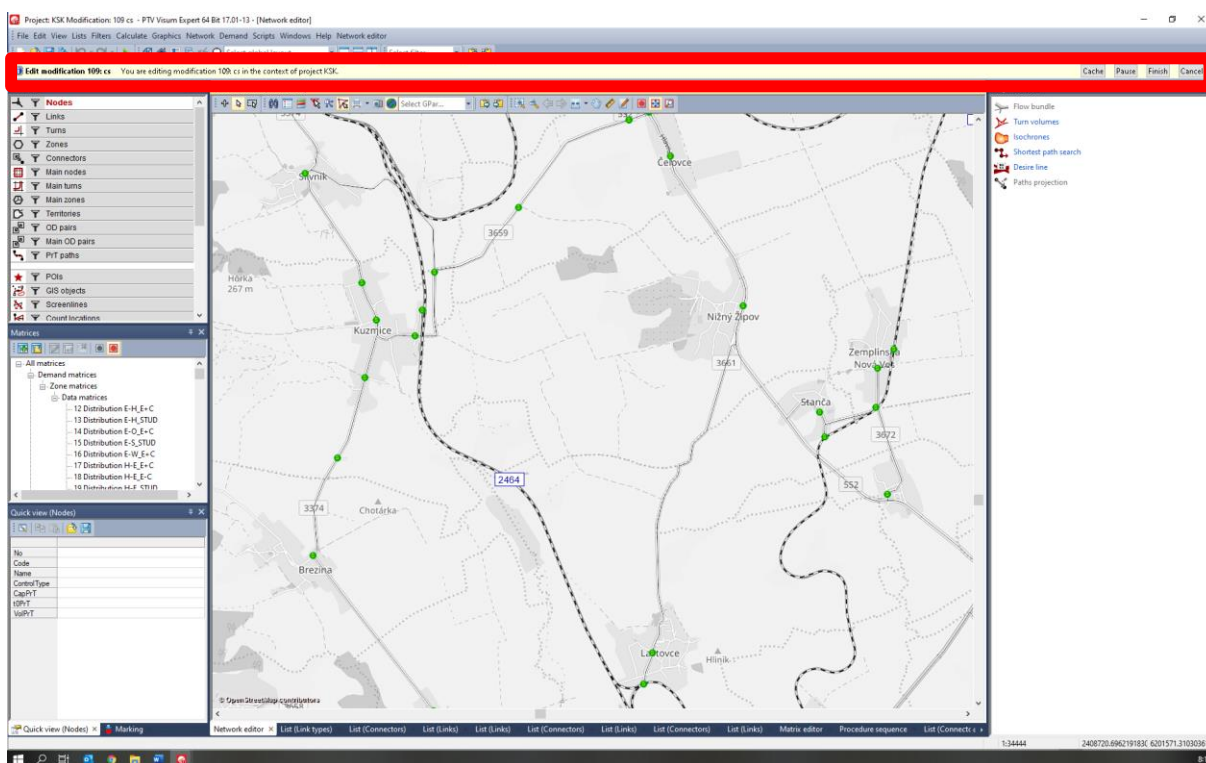
Mutually excluding:

Base scenario:

- Base version
- User-defined
- 2 01 0 2018
- 4 02 0 2025
- 5
- 6
- 7 05 0 2030
- 8
- 9
- 10 08 0 2040
- 11
- 12
- 13 11 0 2050

OK Cancel

Potom sa otvorí okno Network editor, kde sa urobí modifikácia. Kontrola nad modifikáciou je pomocou žltého pruhu nad oknom.



Pokiaľ upravujeme existujúce prvky, je najľahší aktivovať prvok LT v okne Network editor a následne upraviť atribúty priamo v okne Quick view. Pokiaľ v okne Quick view nie sú požadované atribúty je možné je vybrať pomocou rovnaké ikony, ako pre výber atribútov v zoznamoch.

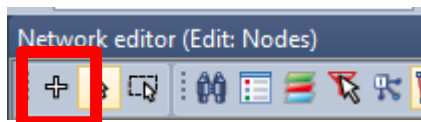
Quick view (Links)

Number: 1

No	79358
FromNodeNo	48058
ToNodeNo	46152
TypeNo	40
TSysSet	BIKE,BUS,CAR,HGV,PED
Length	8,166km
CapPrT	10000
VDPPrT	40km/h
VolVehPrT(AP)	296
VolPersPuT(AP)	188

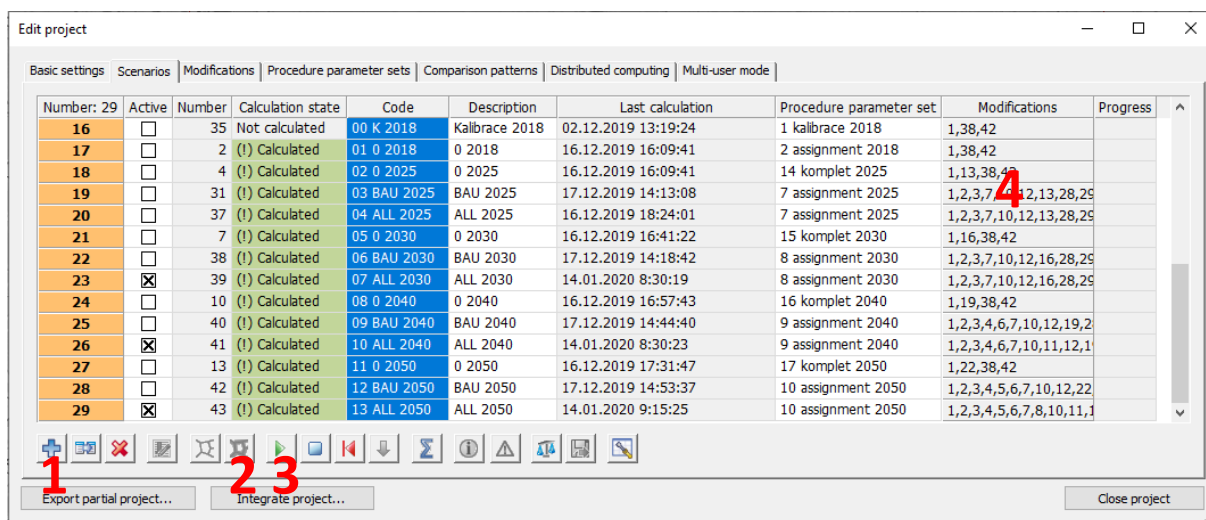


V rámci modifikácie môžu aj pridávať nové prvky. Pro prepnutí do vkladacieho režimu LT na ikonu + v okne Network editor.



3.2.3 Scenáre

Pokiaľ mám jednu či viac modifikácií, môžu začať vytvárať scenáre.



1 – vytvorenie nového scenára

2 – zobrazenie výsledkov spočítaného scenára

3 – spustení výpočtu aktívneho scenára

4 – výber modifikácií daného scenára

