

Vliv zábrany v Legerově ulici na dobu průjezdu aut a množství zde emitovaných škodlivých látek

Jan Chaloupka

Problém

Na jaře roku 2009 byla uzavřena část pravého jízdního pruhu v ulici Legerova v Praze. Důvodem pro tento čin bylo snížení emisí látek z automobilů, které poškozují zdraví zdejších obyvatel. Oproti tomu se vznesly námitky mnoha řidičů, kteří tudy projíždějí, kvůli potenciálním hroživým scénářům dopravy – že dojde k obrovským kolonám a doba průjezdu touto ulicí se ještě více prodlouží.

Cílem této simulace bylo vytvořit model této situace. Konkrétně tedy vytvořit „mapu“ Legerovy ulice včetně nejbližších ulic (které průjezd Legerovou ulicí mohou ovlivnit buď přílivem nových aut, nebo si naopak auta z Legerovy „odsávají“), namodelovat chování automobilů jedoucích těmito ulicemi a na základě toho pak změřit vliv zábrany v Legerově ulici na počet projetých aut, průměrnou dobu průjezdu pro vybrané dopravní situace (množství aut v ulicích) a množství škodlivých emisí, které jsou zde v případě existence/neexistence zábrany emitovány.

Metoda

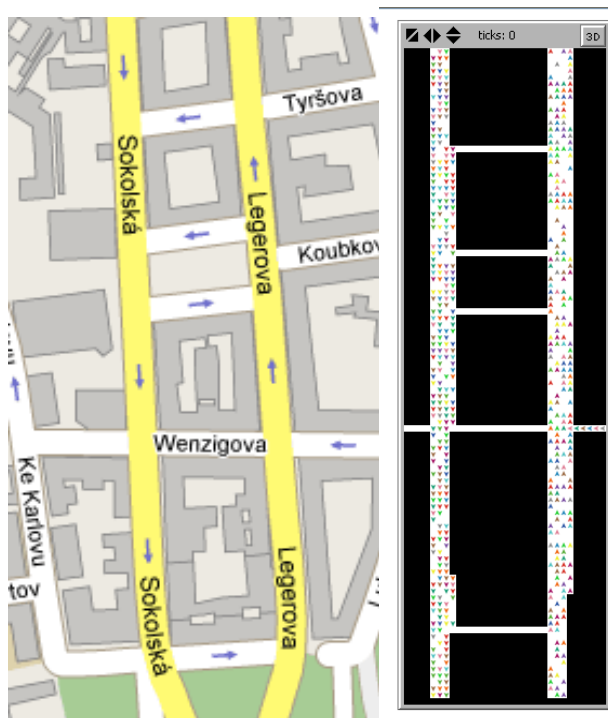
Pro namodelování této situace byl vytvořen multiagentní model v NetLogu. Důvodem, proč se situace řešila tímto přístupem, je komplexnost dopravy jakožto systému. Chování aut (řidičů) lze samozřejmě do určité míry předvídat, avšak celkovou situaci v ulicích těžko. Každý řidič se řídí určitými stanovenými pravidly jízdy, ale situace, v jakých se ocitne, jsou nepředvídatelné a je jich obrovské množství - hraje zde roli jak konkrétní prostředí, ve kterém se nachází (např. směry dopravních pruhů), tak i konkrétní dopravní situace, ve které se nachází (počet a rozestavení aut kolem něj). Situaci je tedy obtížné vyjádřit a vypočítat nějakým analytickým modelem, nejlepší je tedy simulovat chování každého řidiče krok za krokem. Multiagentní modelování se ke zkoumání těchto komplexních jevů hodí, proto byl tento přístup aplikován i na řešení našeho problému.

Detailní popis modelu

Mapa

Základem modelu je mapa Legerovy ulice a důležitých okolních ulic, majících vliv na její dopravní situaci. Jednotlivé délky ulic a vzdálenosti mezi nimi, včetně délky a umístění zábrany v Legerově ulici odpovídají reálným polohám a vzdálenostem (k naměření těchto vzdáleností byla použita aplikace Google Earth). Mapa v simulaci je pak rozdělena do čtvercové mřížky (patchů), kde strana každého čtvercového patche odpovídá cca 4m v realitě (bylo počítáno s tím, že na 1 patch se vejde 1 automobil o délce 4m – simulace je tedy určena pro průměrně dlouhé osobní automobily, které mají do této oblasti povolen vjezd).

Následující obrázky ukazují postupně mapy dané oblasti: první je z Google Maps (převzato z [2]), druhá je konkrétní realizace v našem modelu.



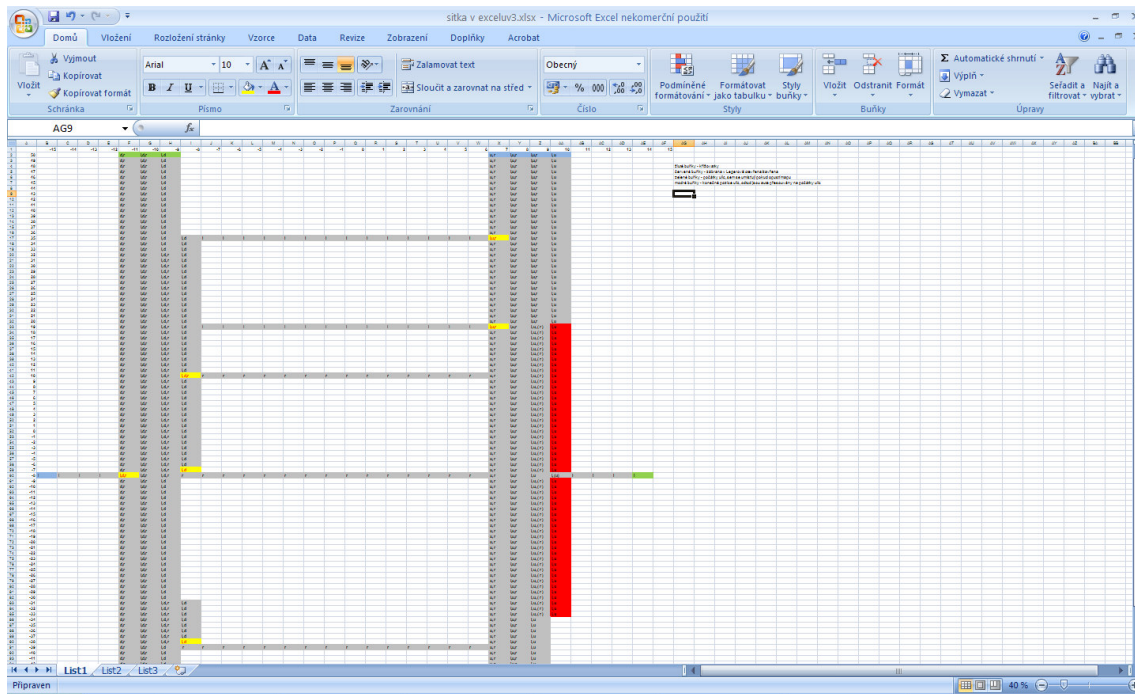
(Pozn: některé ulice, které na mapě z Google Maps vypadají jako napojené na ulici Legerovu nebo Sokolskou, ve skutečnosti napojeny nejsou (byl proveden terénní průzkum), proto nejsou přítomné v mapě určené pro modelování).

Chování agentů

Každý automobil se chová podle daných pravidel – ještě než budou popsány, je ale potřeba doplnit informace, týkající se mapy. Jak již bylo řečeno, mapa je v simulaci reprezentována mřížkou patchů. Každá ulice je pak v rámci simulace definována výčtem patchů (souřadnic). V rámci ulic pak existují různé jízdní pruhy, které určují, jakým směrem se dá pokračovat v jízdě. Na mapě jsou přítomny jak jednosměrné ulice spojující hlavní tahy Legerovu a Sokolskou, stejně tak i Legerova nebo Sokolská ulice má dán přikázaný směr jízdy (nelze se např. otočit a jet druhým směrem tou samou ulicí). Navíc lze na ulicích s více pruhy přejíždět do dalších pruhů. Kromě toho jsou ještě speciální místa, kde se auta rozhodují o dalším směru na základě dalších informací o prostředí - jedná se o křižovatky (v našem případě se jedná o místa, kde lze sjet z hlavních silnic Legerovi či Sokolské a opustit mapu, případně pomocí ní přejet do druhé ulice).

V rámci simulace má každý patch definováno, v jakém směru se z něj dá pokračovat na další patche – tzn. stojí-li na něm auto, pak příznaky patche autu říkají, jakým směrem může pokračovat, a jakým nikoliv.

Následující obrázek ukazuje podkladový materiál z Excelu, který byl základem pro vlastnosti mřížky v NetLogu:



(kompletní soubor v Excelu viz příloha)

Šedé buňky odpovídají plochám silnic (další barvy pak reprezentují speciální patche, kde auta aplikují další speciální rozhodovací procedury, než běžně při jízdě – viz dále). Každé políčko na obrázku má u sebe max. 4 hodnoty – l (left), u (up), d (down), r (right) – jejich přítomnost značí, že se z dané pozice dá příslušným směrem pokračovat (neexistence znamená, že nikoliv). V realizaci simulace v NetLogu je pak toto řešeno hodnotami true/false u příznaků patche (l-směr, d-směr, u-směr, r-směr), které reprezentují směr, kterým se dá z daného patche pokračovat na další patche.

Všechny tyto informace, které souvisejí s vozovkou, automobily vyhodnocují jako první věc. Prioritně se vyhodnotí speciální patche – tedy konce silnic, křižovatky, začátky silnic (automobil vyhodnocuje pozici na mapě, kde je, a podle toho dále směřuje své rozhodování a akce. Pokud zjistí, že je na souřadnici odpovídající nějaké formě speciálního patche, realizuje akce s ním související, teprve pokud zjistí, že na speciálním patchi není, jedná podle běžných pravidel jízdy – viz dále).

Konce silnic jsou také konci mapy – pokud se auto octne zde, je opět umístěováno na začátek nějaké silnice (viz dále). Speciální význam má konec Legerovy ulice (na mapě v simulaci), neboť je zde v realitě semafor (auto se řídí jeho barvou v tom, zda-li bude stát, nebo bude přeneseno jinam), a také se zde na základě informací o daném autě vyhodnocují měřené veličiny, jako doba průjezdu Legerovou ulicí a počet projetých aut (začátky silnic zase naopak slouží k umístěování aut - pokud je na nich volno - v Legerově ulici se navíc začíná počítat doba průjezdu).

Na křižovatkách se zase auto nejprve rozhodne, kterým směrem bude pokračovat – tj. odbočí-li, nebo nikoliv. Automobily v této simulaci nemají cílové chování (tzn. nemají cíl, kam jedou), toto rozhodování se tedy dělá na základě pravděpodobnosti. Jedná se prakticky vždy o

odbočování z Legerovy nebo Sokolské ulice (tzn. hlavní tahy z centra/do centra) na jinou ulici (odtok ze Sokolské mimo mapu, nebo do ulic spojující Legerovou a Sokolskou ulici – tedy Boženy Němcové, Wenzigovy, Fugnerova náměstí a Tyršovy). Navštívil jsem tyto křižovatky osobně, a průměrně odbočovalo každé třetí auto jedoucí z těchto hlavních tahů, zbytek aut pokračoval po nich. Na tomto základě jsem stanovil, že pravděpodobnost odbočení mimo z tahu je 0,33. Jakmile se na křižovatce tedy auto takto rozhodne, jaký směr je prioritní, spustí se sekvence rozhodování, která je společná již všem autům na silnici.

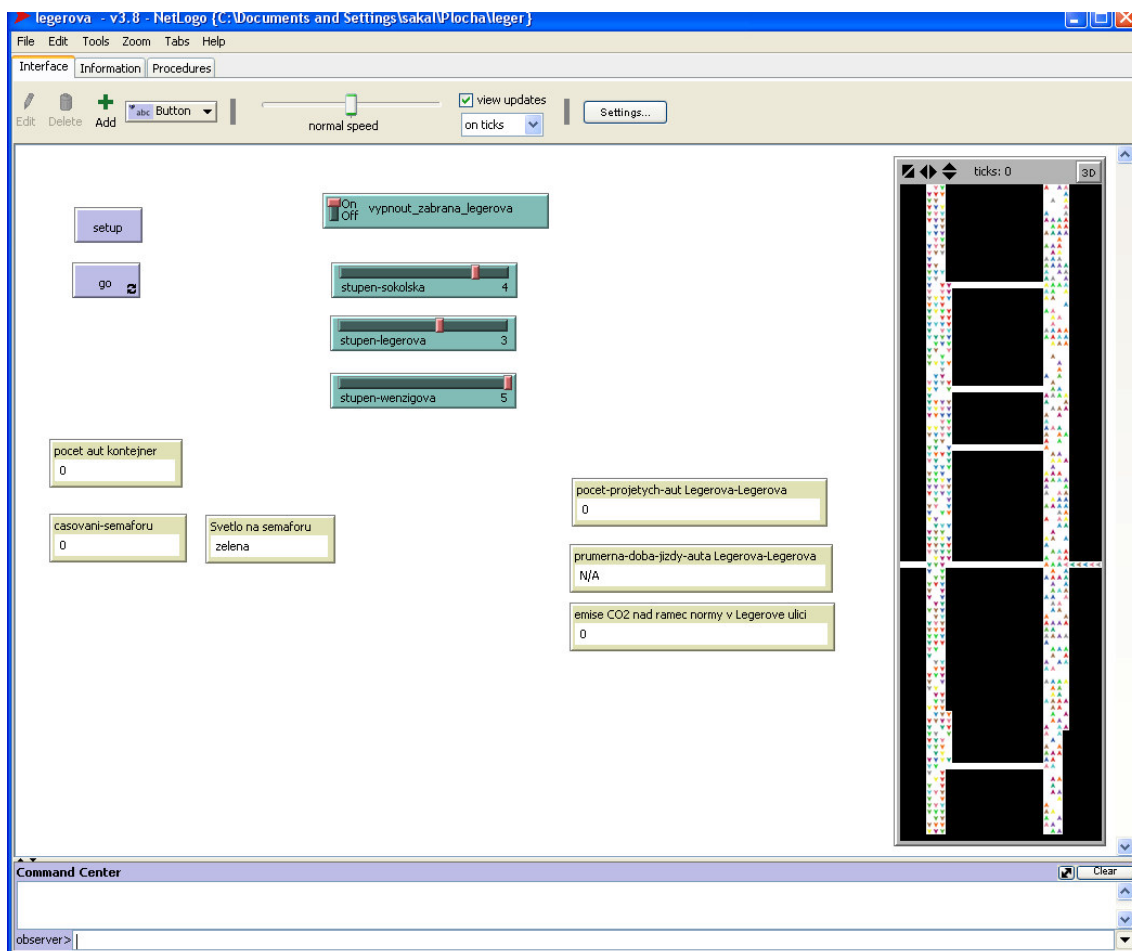
Podle toho, kde auto je (název ulice, konkrétní křižovatka), se určí sekvence směrů, kterými jet. Jedná se o hierarchicky uspořádanou sekvenci 4 směrů (nahoru, dolů, doleva, doprava – přičemž tyto směry jsou brány z pohledu pozorovatele simulace a mapy „z ptačího pohledu“, nikoliv z pohledu auta – tzn. lépe by se to dalo nazvat sever, jih, západ, východ). První směr v této sekvenci je testován autem jako první. Automobil tedy zjistí, kde se nachází, na základě toho si načte uspořádanou sekvenci směrů (která je vždy společná až na výjimečná místa celé ulici), a postupně zjišťuje, zda-li se z konkrétního patche dá daným testovaným směrem (na další patch) jet (každý patch má jiné možnosti dalšího směru jízdy – i v rámci jedné ulice existují patche s jinými možnostmi směrů, např. v krajních pruzích se nedá jet na východ nebo západ, protože tam jsou reálně domy a nikoliv další pruh silnice). Pokud ano, testuje dané místo na přítomnost jiného automobilu (viz dále), pokud ne, načte si v sekvenci další směr a testování opakuje pro něj. Jakmile vyčerpá všechny 4 směry a žádný mu neumožňuje jet na dané místo (ať již z důvodu, že se daným směrem nedá jet kvůli směru silnice, nebo protože na něm stojí jiná auta), zůstane stát.

Tato sekvence rozhodování je při probíhající simulaci pěkně vidět na zobrazení automobilů. Ty jsou reprezentovány šipkami, a rozhodovací proces, kdy auta testují postupně směry na které mohou pokračovat ze svého patche, se projevují jako otáčení šipek do daného směru.

Důvodem, proč je dána tato sekvence směrů, kde první má prioritu, je ten, že především v Legerově a Sokolské ulici jede většina aut do/z centra, tzn. více aut jede do centra nebo z centra, ale méně jich odbočuje na jiné ulice, které na daném úseku, který simulujeme, jsou. Např. v Legerově jedou auta směrem nahoru (do centra), proto je první v sekvenci testovaných směrů směr „nahoru“, protože je to zaprvé přikázaný směr jízdy a za druhé většina aut jede tímto směrem do centra. Až potom, kdy je před ním kolona, se začne auto „dívat“ doleva či doprava – tj. pokud je v okolním pruhu volno a automobil do něj může, přejeďe do něj (což odpovídá realitě). Jakmile je nějaký směr v sekvenci využit a auto se přesune na další patch, probíhá testování sekvencí nanovo, tzn. opět je prioritní jet prvním směrem v sekvenci. Tím je zajištěno, že auta zbytečně nelogicky nepřejíždějí z pruhu do pruhu, i když mají před sebou volno. Druhý v sekvenci bývá uveden směr, na jehož straně se nacházejí ulice, do kterých se dá odbočit (pokud by auta prioritně tíhla ke straně bez výjezdů do jiných ulic, žádná auta by skoro neodbočovala). Na křižovatkách se nastaví jako prioritní směr v sekvenci ten, který byl na základě pravděpodobnosti vyhodnocen jako prioritní. (drobným nedostatkem tohoto přístupu pak může být to, že pokud je ulice do které odbočuje ucpaná, auto se rozhodne neodbočit a pokračuje dál po hlavním tahu. I to lze do určité míry zdůvodnit reálným chováním řidičů, kterým „dojde trpělivost“)

Vraťme se k dokončení popisu chování aut. Pokud tedy automobil vyhodnotí, že je mu umožněno z daného patche daným směrem jet, musí nejprve otestovat, zda-li již není obsazen jiným autem. Pokud nikoliv, auto tam přejeďe, pokud se tam již jiné auto nachází, auto nejede a vrací se k otestování dalšího směru v sekvenci směrů.

Uživatelské rozhraní a funkce simulace



Tlačítka:

Setup

- příprava simulace - vykreslí mapu oblasti a umístí na konkrétní ulice počet automobilů podle nastavení posuvníků **stufen-sokolska**, **stufen-legerova**, **stufen-wenzigova**. Také buď otevře nebo neotevře na ulici Legerova pruh, který je v realitě zablokovaný zábranou. (**vypnout-zabrana-legerova**). Nastaví vlastnosti automobilů (spotřeba)

Go

– spustí simulaci. Při simulaci jsou vidět pohyby aut a změny hodnot v monitorech. Simulace automaticky končí po 16250 ticích. (vysvětlení, proč právě toto číslo, je uvedeno dále)

Posuvníky a přepínače

Vypnout-zabrana-legerova

- vypíná či zapíná zábranu v Legerově ulici. Zde je nutno upozornit na možná matoucí název a nastavení tohoto přepínače. Je-li v pozici ON, znamená to, že zábrana je VYPNUTA a pruh je tedy průjezdný.

stupen-sokolska, stupen-legerova, stupen-wenzigova

- nastavení stupně dopravy v ulici Sokolská, Legerova, Wenzigova. (ulice Sokolská je vertikální ulice vlevo, Legerova vertikální vpravo, Wenzigova horizontální vpravo, která přivádí dopravu do Leger. ulice (v realitě je Wenzigova ulice i propojovací ulice mezi Legerovou a Sokolskou, v kódu simulace je ale rozdělena do více ulic)). Každý posuvník má 5 stupňů, přičemž auta jsou do ulic umísťována na základě následujícího výpočtu- zjistí se, kolik aut se do dané ulice maximálně vejde (spočtou se patche pro danou ulici, přičemž na 1 patch se vejde vždy jeden automobil), zjistí se nastavený stupeň pro danou ulici, a podle tohoto stupně se náhodně rozmístí počet automobilů tomu odpovídající po ploše ulice. Počet odpovídající danému stupni se určuje jako násobek 20%, tzn. 1. stupeň znamená, že se na plochu ulice umístí 20% aut z maximálního možného množství aut pro danou ulici, 2. stupeň je 40% atd..

Monitory

pocet aut kontejner

- je pouze pomocný monitor, který počítá auta v tzv. kontejneru. Kontejner je patch (pozice na mapě) se souřadnicemi [0,0] – tzn. uprostřed mapy – kam se ukládají auta, pokud vyjedou jednou z ulic mimo mapu a nelze je znovu umístit na mapu, protože příjezdové cesty jsou momentálně ucpané jinými auty. Kontejner se v každém ticku prohledává a auta zde prozatím umístěná se v případě, že se cesta uvolnila, vrací na mapu.

Vracení na mapu znamená, že se auto přesune na začátek nějaké příjezdové silnice (Sokolská, Legerova, Wenzigova). To je samozřejmě ovlivněné tím, jestli tam zrovna nestojí kolona, nebo tam nebylo již umístěno jiné auto. Řešení, na jakou ulici se auto prioritně umístí, se řídí stupněm dopravy, kterou uživatel nastavil před spuštěním simulace. Prioritu mají silnice, na které je nastaven vyšší stupeň dopravy (aby se udržovala ulice stále „ucpaná“). Pouze pokud na ní není volno, dostává šanci ulice s nižším stupněm. Pokud jsou stupně u některých variant stejné, určuje se cíl umístění na základě náhody. Pokud není volno zrovna nikde, putuje auto dočasně do „kontejneru“.

Casovani-semaforu, Svetlo na semaforu

V Legerově ulici je na místě odpovídajícímu okraji mapy naší simulace v realitě umístěn semafor. Ten však není na mapě znázorněn, auta se podle něj ale v simulaci řídí. Tyto monitory ukazují, jaká je zrovna na semaforu barva (červená/zelená) a odpočítávání ticků do určité hodnoty (135 ticků – vysvětlení je dále), po které se vždy barva mění. Auta, která se octnou na patchích odpovídajících konci Legerovi ulice, zkontrolují barvu semaforu, a buď stojí, nebo jedou (což znamená, že jsou přemístěny buď na začátek nějaké ulice, nebo do kontejneru – nachází se totiž na kraji mapy).

Pocet-projetych aut Legerova-Legerova

Určuje počet aut, která se na mapě objevila na začátku Legerovy ulice a z mapy vyjíždí na její konci. Jiná auta se nepočítají (která začala jinde a vyjíždí z Legerovy ulice, nebo auta, která začala na Legerově ulici a vyjedou jinde, protože odbočila).

Měříme totiž průjezdnost celé Legerovy ulice. Ostatní auta samozřejmě mají také ale na výsledky vliv (průjezd Legerovou ulicí je jimi ovlivněn).

Může se stát, že auto, které začne na Legerově ulici, z ní vyjede na Sokolskou a zase se vrátí do Legerovy, z které pak také vyjede z mapy, čímž zkreslí výsledky počtu projetých aut (nestrávilo celý průjezd v Legerově). To by šlo napravit v kódu, že by se toto auto pak neevidovalo, ale vzhledem k tomu, že nám v simulaci nejde o přesná absolutní čísla (že přesně tolik aut projede i v realitě), nýbrž tato výsledná čísla nám poslouží pouze k porovnání různých situací (a všechny tyto situace budou ovlivněny stejnou chybou), můžeme tuto „chybu“ zanedbat.

prumerna-doba-jizdy-auta Legerova-Legerova

Doba jízdy každého auta se počítá u aut, která začala cestu na začátku Legerovy a také z ní vyjíždí (platí stejná logika a odůvodnění „chyb“, jako u komentáře předchozího monitoru) Doby jízdy aut se sčítají a dělí počtem aut, které tuto cestu absolvovaly, a do tohoto monitoru se pak dynamicky vypočítává aktuální průměrná doba jízdy těchto aut.

emise CO2 nad ramec normy v Legerove ulici

Jako ukazatel znečištění ovzduší a životního prostředí byly vybrány emise CO₂. Emise CO₂ se počítají na základě spotřeby benzínu v l/100km podle vzorce:

*měrné emise CO₂ na ujetý kilometr při spalování benzínu = měrná spotřeba * 23,38 [g CO₂ / km] (viz [1])*

Spotřeba auta se každému autu určí při jeho vygenerování na začátku simulace (SETUP) na základě normálního rozdělení se střední hodnotou 7 a směrodatnou odchylkou 5, což zhruba odpovídá běžným osobním automobilům (jež mají do centra povolený vjezd).

Podle nových evropských směrnic připravovaných na rok 2012 (viz [1]) by měla „zdravá“ hodnota měrné emise CO₂ na ujetý kilometr být pod hranicí 130 g CO₂ na jeden ujetý kilometr. Ke každému autu se tedy podle výše uvedeného vzorce vypočte na základě jeho spotřeby hodnota emise CO₂ v g na ujetý kilometr, a pokud překročí hodnotu 130, bere se tento nadbytek jako emise, která škodí zdraví.

V každém ticku simulace se sčítají tyto nadbytečné škodící emise od každého auta jedoucího Legerovou ulicí, a postupně se nasčítávají po celou dobu simulace (tuto sumu pak zobrazuje tento monitor). Interpretace tohoto velkého čísla je pak taková, že se jedná o celkové nezdравé znečištění ovzduší v Legerově ulici za danou dobu simulace. Slouží opět k vzájemnému porovnávání těchto hodnot pro různé vstupní podmínky simulace.

Testování

Nejprve vysvětlení časových souvislostí:

1 sekunda v realitě odpovídá cca 4,5 ticků simulace (hypoteticky). Tato hodnota byla určena na základě následujícího výpočtu: byla simulována v modelu situace s malým počtem aut (stupeň 1), průměrná doba průjezdu Legerovou ulicí bez dopravních komplikací (odbočování do jiných pruhů, bez zpomalování) vyšla na 130 ticků. Délka Leger. ulice na mapě v našem modelu odpovídá 400 m ve skutečnosti (je dlouhá 100 patchů a výška patche odpovídá 4 m). Auto ujede tedy 400 m za 130 ticků, tzn. 3,08 m / tick. Pokud uvažujeme, že max rychlost, kterou může auto jet Legerovu ulicí ve skutečnosti je 50km/h, tzn. 13,9 m/s, a položíme-li tedy rovnítko mezi tyto dva údaje (max. rychlost v simulaci je tedy také 50km/h, auta v ní

nepřekračují max. povolenou rychlost, tomu tedy odpovídá 3,08 m/tick). Potom tedy odpovídá 1 tick simulace = 0,22 sekundy ve skutečnosti, a 1 sekunda ve skutečnosti odpovídá 4,5 ticků.

Na základě těchto hodnot jsou pak stanoveny 2 zásadní konstanty pro běh simulace – časování semaforu a délka simulace. Obě tyto hodnoty jsou dané a nemění se pro žádnou variantu měření.

Časování semaforu (změny mezi červenou-zelenou) je stanoveno na 30 sekund, tzn. 135 ticků.

Délka simulace je 1 hodina v realitě, tzn. 16250 ticků.

Pro testování bylo vybráno několik variant nastavení vstupních proměnných. Měřila se vždy určitá varianta množství aut v ulicích jak pro situaci, kdy je zábrana v Legerově přítomna, tak pro opačnou situaci.

Testovaly se varianty, kdy je vždy stupeň dopravy na všech ulicích totožný, což odpovídá různým denním dobám. Pro max. stupeň u všech silnic lze nalézt ekvivalent v ranních hodinách, kdy jedou všichni za prací, a v odpoledních hodinách, kdy jedou naopak z práce. Dále jsou testovány mezistupně po stupeň 3 u všech silnic, což bude dobré pro porovnávání, jakého nástroje pro řešení problémů s průjezdností a znečištěním zvolit (zábrana v Legerově vs. mýtné)

Byly testovány následující varianty:

Varianta měření	1A	1B	2A	2B	3A	3B
stupeň Legerova	5	5	4	4	3	3
stupeň Sokolská	5	5	4	4	3	3
stupeň Wenzigova	5	5	4	4	3	3
zábrana vypnuta (=průjezd pruhem zapnut?)	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF

Pro každou variantu bylo učiněno 5 měření, každá z měřených hodnot následně zprůměrována, aby se daly výsledky porovnávat s dalšími variantami.

Výsledky jednotlivých měření

varianta 1A měření č.	1	2	3	4	5	Průměr
počet projetých aut Legerova-Legerova	10622	10582	10566	10542	10596	10581,6
průměrná doba jízdy Legerova-Legerova	344	340	344	343	346	343,4
emise CO2 nad rámec normy	202942368	186987025	182895509	180316560	191658981	1,89E+08
počet aut kontejner	401	407	415	400	418	408,2

varianta 1B - pruh uzavřen

měření č.	1	2	3	4	5	Průměr
počet projetých aut Legerova-Legerova	7575	7649	7720	7724	7660	7665,6
průměrná doba jízdy Legerova-Legerova	306	304	294	301	305	302
emise CO2 nad rámec normy	148616961	134600577	156185981	156787696	144070212	1,48E+08
počet aut kontejner	439	430	458	427	463	443,4

varianta 2A

měření č.	1	2	3	4	5	Průměr
počet projetých aut Legerova-Legerova	10652	10631	10677	10682	10724	10673,2
průměrná doba jízdy Legerova-Legerova	331	332	329	331	330	330,6
emise CO2 nad rámec normy	183584906	174775483	215046181	192153565	170315279	1,87E+08
počet aut kontejner	275	276	253	252	270	265,2

varianta 2B - pruh uzavřen

měření č.	1	2	3	4	5	Průměr
počet projetých aut Legerova-Legerova	7805	7827	8031	7731	7785	7835,8
průměrná doba jízdy Legerova-Legerova	284	284	281	279	283	282,2
emise CO2 nad rámec normy	155010091	145313273	155597701	134442050	149082134	1,48E+08
počet aut kontejner	299	318	303	299	306	305

varianta 3A

měření č.	1	2	3	4	5	Průměr
počet projetých aut Legerova-Legerova	10731	10659	10687	10653	10663	10678,6
průměrná doba jízdy Legerova-Legerova	315	317	315	315	319	316,2
emise CO2 nad rámec normy	173425192	178955488	182278322	162752591	194455136	1,78E+08
počet aut kontejner	120	119	104	107	105	111

varianta 3B - pruh uzavřen

měření č.	1	2	3	4	5	Průměr
počet projetých aut Legerova-Legerova	7828	7856	7926	7682	7666	7791,6
průměrná doba jízdy Legerova-Legerova	267	268	267	270	266	267,6
emise CO2 nad rámec normy	142418549	141343051	149543168	143660063	145071972	1,44E+08
počet aut kontejner	177	175	159	170	154	167

Hodnocení a interpretace výsledků

Výsledky v rámci stejných stupňů dopravy a jejich interpretace:

1A vs 1B (výsledky pro stupeň 5 dopravy)

vliv zábrany na počet projetých aut

- projede o 2916 aut více, když je pruh otevřen
- Logické, není blokován jeden směrový pruh zábranou, aut se vejde více

Vliv zábrany na dobu jízdy

- doba jízdy se o 41,4 ticků zvýší, když je pruh otevřen
- Jedná se o velice zajímavý výsledek, navíc je u všech stupňů dopravy dost podobný (viz dále), pravděpodobně jde o vliv většího počtu aut, která zkomplikují dopravu více než existence zábrany. Řidič musí déle řešit dopravní situace (na rozdíl od zábrany se jiné automobily pohybují)

vliv zábrany na znečištění

- znečištění se o 40907803 zvětší, když je pruh otevřen
- Jedná se o důsledek většího počtu aut, když je pruh volný

Další výsledky pro jiné stupně mají z hlediska vlivu zábrany stejné závěry (pouze číselně jiné).

Srovnání vlivu zábrany a mýtného

Pojďme se však zaměřit na to, zda-li je pro snížení znečištění prostředí a pro urychlení dopravy a zvýšení počtu projetých aut lepší vystavit zábranu do Leger. ulice, nebo zavést mýtné pro vjezd do centra. Mýtné se projeví snížením stupně dopravy, budeme tedy porovnávat, jaké jsou rozdíly ve sledovaných hodnotách, když se zavede zábrana (a stupeň se nesníží), nebo když se zábrana nezavede a stupeň dopravy se sníží.

Porovnávání provedeme pro stupeň 5 dopravy, neboť se jedná o častý stupeň v této části Prahy:

ze stupně 5 snížení na stupeň 4 (mýtné) zvýší počet projetých aut o 92 aut, kdežto zábrana sníží počet aut o 2916 aut

ze stupně 5 snížení na stupeň 3 (mýtné) zvýší počet projetých aut o 96 aut, kdežto zábrana sníží počet aut o 2916 aut

ze stupně 5 snížení na stupeň 4 (mýtné) dobu jízdy sníží o 12,8 ticků , zábrana sníží o 41,4

ze stupně 5 snížení na stupeň 3 (mýtné) dobu jízdy sníží o 27,2 ticků , zábrana sníží o 41,4

ze stupně 5 snížení na stupeň 4 (mýtné) sníží emise CO2 o 1785006, zábrana sníží o 40907803

ze stupně 5 snížení na stupeň 3 (mýtné) sníží emise CO2 o 10586743 zábrana sníží o 40907803

Jak vidíme, zábrana v Legerově sníží velice drsně počet projetých aut, kdežto mýtné počet mírně zvýší (což je zvláštní – viz dále). Takže kladné body pro mýtné (která sníží dopravu na 3.stupeň ze stávajícího pátého). V dalších faktorech vždy vyjde jako vítěz zábrana – snižuje dobu jízdy několikanásobně oproti různým výším mýtného, stejně tak emise CO2 jsou o několik řádů nižší, než u mýtného. Pokud budeme vycházet z těchto výsledků, pak do konečného rozhodnutí (mýtné vs. zábrana) vstupuje hodnocení těchto faktorů - zda-li se vyplatí (ekonomicky) nechat projet více aut, nebo zda-je překročení ekologické normy

zásadnějším problémem (na zdraví, a přeneseně díky nemocnosti i na ekonomiku). Spíše to vypadá, že významnější z ekonomického hlediska je nechat projet více aut, tzn. zavést mýtné, které by snížilo stupeň dopravy z 5 nejlépe na 3 (zvýší se jak počet aut oproti snížení na stupeň 4, sníží se doba průjezdu než při snížení na stupeň 4, a snížení emisí CO₂ je také vyšší než na stupeň 4)

Jaká je ale interpretace zvýšení počtu projetých aut, když se sníží stupeň dopravy? (správně by mělo naopak projet aut méně). Příčina je pravděpodobně v chování agentů (aut). Auta, která stojí v koloně, se spíše rozhodnou jet do směru, který je volný, čímž mohou přejet do jiných ulic a vyjet z mapy jinudy. Auta hledají vždy tu nejrychlejší cestu, nejedou podle nějakého cíle, ve frontě čekají pouze tehdy, nemají-li možnost jet jiným směrem. Proto by chtělo tuto simulaci pro věrohodnější výsledky obohatit o to, aby agenti nebyly reaktivní, ale inteligentní - aby měly cíl cesty a vydržely stát ve frontě do daného směru, i když by měly možnost přejet do jiného směru, který by úplně změnil cíl jejich cesty.

Zdroje

[1] Ekoblog. *Spočítejte si, kolik emisí CO₂ vyprodukuje Vaše auto* [online].[cit. 30.5.2009]. Dostupné z <http://www.ekoblog.cz/?q=node/270>

[2] Googlemaps.google.com