

# Byla jednou jedna světelná křižovatka

## Křižovatka cest

Ještě před jejím vznikem však byla jednou jedna **cesta – úzký, zato dlouhý prostor, ve kterém se dá pohybovat lépe než v jeho okolí**. Lidé se po ní rádi pohybovali všemi možnými vozidly, někteří do škol, zaměstnání, jiní za zábavou, přáteli, či zpátky domů. Protože mnoho různých jedinců se potřebovalo dopravovat většinou jinam, i cest bylo mnoho. A protože žijeme na povrchu planety, cesty mívají tvar pásů přiléhajících k zemi nebo nevysoko nad ní. Většinou však cesty visuté nejsou a jelikož jich je mnoho, často se potkávají a v jistém místě kříží, aby se jedna z nich mohla dostat i do prostoru odděleného jinou. Těmto místům se začalo říkat křižovatka cest.

Křižovatka cest je místo pozoruhodné. Zatímco na samotné cestě stačí minimum pravidel pro zajištění bezpečnosti a plynulosti provozu (např. vozidla se vzájemně vyhýbají vpravo a každý si dává pozor, aby nenařazil do objektů ve směru svého pohybu vůči cestě), **na křižovatce se situace poněkud komplikuje. Dráhy vozidel se obecně kříží podobně jako samotné cesty a nemá-li dojít k jejich střetu, je vhodné systém zkomplikovat a přidat další pravidla, která tomu předchází**. To by sice bylo dosažitelné i tím, že by se před průjezdem křižovatkou všechny zúčastněné strany dohodly, jak projedou, ale transakční náklady na každý průjezd by byly tak vysoké, že se v praxi všichni shodnou na tom, že zavedení univerzálních pravidel je lepší, budou-li dostatečně jednoduché (snadno zapamatovatelné, vyhodnotitelné v reálném čase při jízdě).

## Přednost zprava

**I zrodilo se nejjednodušší pravidlo zajišťující bezpečný průjezd křižovatkou – přednost zprava**. To nám říká, že přednostně bude v křižovatce odbaven ten, kdo do ní přijíždí po pravé ruce toho, kdo pravidlo aplikuje. Všimněme si, že se jedná o pravidlo relativní, které nevyžaduje žádné pevné označení cest. Je proto příjemně jednoduché a pohotově vyhodnotitelné – řidič vozidla zkrátka kouká doprava, jestli tam není někdo, komu má dát přednost. Daní za tyto výhody je potenciální existence okrajových situací – např. co se stane, když přijedou ze všech cest křižovatky vozidla ve stejný okamžik, nebo je-li vždy zřejmé, co je to "být po pravé ruce" u křižovatek roztočivých tvarů. Řekněme, že v okrajových situacích se řidiči vozidel dohodnou nějak speciálně. Díky pravidlu se už ale nemusí dohadovat speciálně vždy, nýbrž jen v okrajových situacích, kterých je drtivá menšina. I velmi jednoduché pravidlo nám tedy zajistilo větší bezpečnost (vozidla do sebe nevráží na základě nepochopené dohody jejich řidičů) a plynulost (řidiči spolu nemusí pokaždé komunikovat) provozu křižovatkou.

Lidé tak dále jezdili do svých škol a zaměstnání pomocí pravidla přednosti zprava a byli šťastní, že do sebe skoro nikdy nevrázejí. Záhy ale přišli na to, že pravidlo přednosti zprava považuje díky své relativitě všechny cesty za ekvivalentní, ale cesty ve městech lidí ekvivalentní nejsou. Existují totiž cesty menší, které vedou k jednotlivým domům, cesty větší, které spojují ulice, a dále cesty ještě větší, které propojují celé čtvrti. Města lidí totiž nemají všude stejné vlastnosti – mají strukturu a tomu odpovídá i jejich infrastruktura. Některé cesty tedy byly provozem vozidel vytěžovány více než jiné.

## Hlavní silnice

Přednost zprava je ale moc hloupá, aby dokázala tuto neekvivalenci cest obsáhnout a často se stávalo, že provoz na velkých cestách přestal být plynulý, protože mnoho vozidel muselo brzdit, aby dalo přednost jednomu, které vjíždělo do křižovatky z malé cestičky vpravo. **Lidé pochopili, že obnovení plynulosti lze docílit prioritizací některých cest – těch hodně vytěžovaných – a zavedli institut Hlavní silnice.** Hlavní silnice je průběžná cesta vedoucí křižovatkou, pro kterou platí, že po ní jedoucí vozidla mají vždy přednost před vozidly z ostatních cest. Přednost jízdy mezi vozidly ostatních cest – vedlejších silnic se vyřeší opět pravidlem o přednosti zprava, stejně jako přednost jízdy mezi vozidly na hlavní silnici, pokud je to potřeba (hlavní silnice pokračuje cestou doprava/rovně, ale my jedeme rovně/doleva). Hlavní silnice by teoreticky mohla obsahovat i více cest – jde pouze o prioritizaci jedné množiny cest oproti jiné.

System fungoval báječně – lidé na hlavní silnici se skoro nezastavovali, pouze při najíždění na ni si museli chvíli počkat. Ale z povahy vedlejších cest a hustoty provozu na nich čekalo vesměs málo vozidel. Plynulost provozu se obnovila, propustnost křižovatek (počet vozidel odbavených za jednotku času) dosahovala maxima. Jak se ale město rozrůstalo, některé hlavní silnice byly vskutku vytížené. Lidé, kteří se na ně pokoušeli dostat z malých cestiček od svých domů museli na průjezd křižovatkou čekat někdy velmi dlouho, a to se jim nelíbilo. Plynulost provozu tak opět poklesla a ačkoliv propustnost křižovatek byla stále skvělá, nebylo to postačující kritérium pro optimalizaci provozu. Lidé potřebovali kromě propustnosti optimalizovat i latenci – dobu čekání na svůj průjezd křižovatkou.

## Semafor teoreticky

Problém už vypadal beznadějně, ale důvtipní lidé si opět poradili se stále se zvětšujícím provozem ve svých rostoucích městech a řekli si, že **označení cesty hlavní silnice by se mohlo v čase měnit tak, aby každý na křižovatce nečekal déle než stanovenou dobu – dokud jeho směr nebude označen jako hlavní silnice. Technické řešení, které jim toto chování zajistilo, nazvali semaforem.** Je to světlo, které zelenou barvou označuje hlavní silnici – možnost volného průjezdu – a červeně přikazuje zastavit a čekat na změnu stavu křižovatky. Propustnost křižovatek sice trochu poklesla, ale latence průjezdu z vedlejší silnice už nebyla obecně nekonečná a lidé věděli, že i ráno se dostanou do škol a zaměstnání včas a bezpečně. Ačkoliv kvůli červeným světlům ve směrech dřívějších hlavních silnic projedou městem v průměru o trochu déle – tuto cenu se rozhodli zaplatit. Dokonce i malé křižovatky, kde se v jednom směru kříží cesta jen pro chůzi, dostaly kolem přechodu pro chodce své semaforey se šablonou světla ve tvaru panáčka.

Koncept semaforu navíc umožňuje dynamické řízení rovnováhy mezi propustností a latencí na základě aktuální dopravní situace. Příkladně, když hustota provozu není tak velká, aby vznikl popsáný problém s latencí vedlejší silnice, semafor se může vypnout (případně blikat žlutou barvou) a potom platí původní statické označení hlavní silnice. **Semafor je zkratka technický prvek umožňující jakékoliv řízení křižovatky, přičemž to konkrétní je jen otázkou nastavení střídání barev jeho světél (přirozeně za minimálního předpokladu, že zamezí srážkám vozidel).**

Jenže tato obecnost je narozdííl od statického označení hlavní silnice, nejen prostorem pro lepší ale i pro horší řízení křižovatek. Řízení semaforem řeší problém vysoké latence z vedlejší silnice za cenu nižší propustnosti křižovatky a vyšší latence z hlavní silnice. Pokud vozidla z vedlejší silnice nemají s vjížděním do křižovatky problém, řízení střídáním barev na semaforu je kontraproduktivní. Nejenže zhoršuje plynulost na hlavní silnici, ale ve výsledku i na vedlejší, kde je nutné čekat na zelené světlo dlouhou dobu, ačkoliv by bylo možné křižovatkou už několikrát projet.

## Semafor v praxi

V posledních letech můžeme pozorovat tendenci osazovat semaforey velké množství křižovatek, kde ovšem není takový provoz, aby bylo nutné optimalizovat latenci z vedlejší silnice. Jmenovitě např. na tangenciále Jeremiášova v Praze 13 bývalo ještě v minulosti na délce cca 5 km 5 semaforů, dnes je jich tam 13. Důsledkem je poslední věta z předchozího odstavce a frustrování řidiči pohybující se v režimu čtvrtmílových přískoků. Situace je natolik absurdní, že většina semaforů se ani na noc nevypíná (do režimu blikání žlutým světlem) a řidiči jsou nuceni čekat při výjezdu z vedlejší silnice mezi holými pláněmi, až se křižovatka přepne. **Původní motivace pro nasazení semaforu – aby vozidla z vedlejší silnice nemusela dlouho čekat – je tedy zcela popřena.**

Moderní vymožeností je pak režim světelné křižovatky, kdy v noci svítí ve všech směrech červené světlo a na zelené se přepne tomu, kdo přijede ke křižovatce jako první. Jenže řidiči kvůli tomu většinou musí skoro zastavit, a opět zbytečně. Zbrzdující semaforey existují i v místech, kde vůbec žádná křižovatka není, a bývají kombinovány s radarem, který řidiče vytrestá červeným světlem v případě, že jede rychleji, než centrální autorita stanovila. Nedivím se tedy v rámci svého neprůkazného pozorování vzrůstající tendenci lidí ignorovat červené světlo semaforu, který původně vzniknul, aby jim umožnil dopravit se ráno do zaměstnání včas, a dnes se pomocí jeho extenzivního využití tzv. sklidňuje, resp. zbrzdí dopravu. A u té noční jsou rezidentní v okolí semaforu jistě nadšeni z toho, že pod jejich okny musí každé auto zastavit a opět se rozjet. Semafor se tak ukazuje, jako každá důmyslnější věc, být dobrým sluhou, ale zlým pánem v nekompetentních rukou.

## Červená jako vedlejší silnice

Vzpomeňme přitom na genezi světelné křižovatky – na semafor lze nahlížet jako na proměnnou hlavní silnici. **Červené světlo by tedy nemuselo znamenat příkaz Stůj, jako je tomu nyní, ale mohlo by znamenat pouze vedlejší silnici.** Vozidlo jedoucí přes červené světlo by zkrátka dávalo přednost. Tento text úmyslně redukuje pravidla na nejmenší množinu, na které lze tuto úvahu prezentovat. Neřeší např. přednost protijedoucích vozidel při odbočování vlevo (což je jen extrémní případ přednosti zprava). Na samotném principu červeného světla jako vedlejší silnice to však nic nemění. Mělo by to vliv pouze na detaily typu komu všemu dávat přednost (v nejjednodušším případě všem) nebo kdo by nesl odpovědnost za případnou srážku vozidel projíždějících přes červenou (v nejjednodušším případě všichni). Ostatně situace, kdy lze v souladu s reálnými pravidly projet křižovatkou přes červené světlo semaforu již existují, např. v některých regionech při odbočování vpravo – princip je stejný.

V kontextu možnosti projíždění přes červenou jakožto z vedlejší silnice si všimněme ještě jedné zajímavé věci. Pokud by nasazení semaforu odpovídalo původní motivaci – světla řídí křižovatku právě tehdy, kdy velký provoz na statické hlavní silnici činí latenci z vedlejší silnice nesnesitelnou, nedala by se možnost projíždění přes červenou z vedlejší vůbec využít, protože by bylo nutné dávat stále přednost vozidlům majícím zelenou. Dá-li se tedy možnost projetí přes červenou při dávání přednosti (všem) využít, není splněna původní motivace pro nasazení semaforu a semafor ve skutečnosti provoz v křižovatce nevylepší. Existuje-li taková situace na konkrétní křižovatce systematicky, semafor tam nemá co dělat (nebo má být většinu času ve stavu, kdy je provoz řízen statickým seřazením). Takových křižovatek budeme všichni znát asi celou řadu. **Možnost interpretovat červené světlo semaforu jako vedlejší silnici je tak vlastně jakousi obranou proti neuváženému nasazování semaforů** (samozřejmě z peněz daňových poplatníků).

Účelem tohoto článku je podnítit ve čtenáři vlastní úvahu na téma geneze křižovatky řízené semaforem a iniciovat diskuzi nad možností interpretovat červené světlo semaforu jako proměnné označení vedlejší silnice.

autor: Jan Skalický