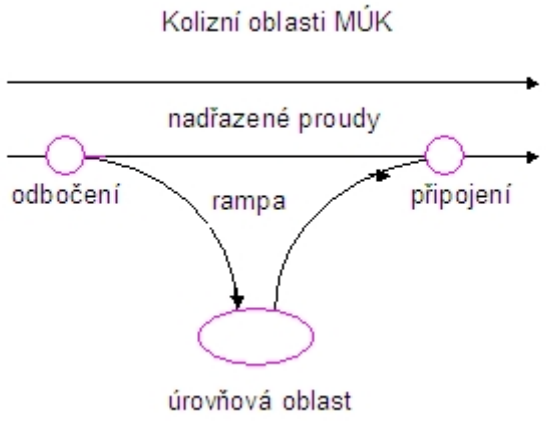
# Problematika stanovení kapacity mimoúrovňových křižovatek

Publikováno: 25. 10. 2007

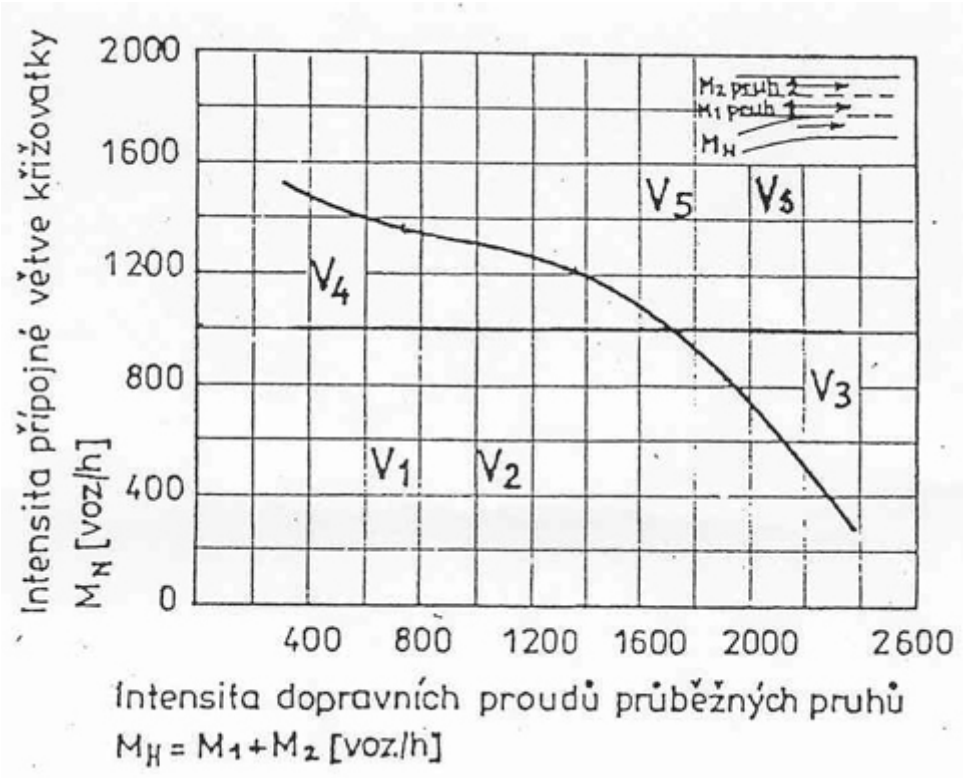
## 1. Úvod

Obdobně jako u neřízených křižovatek (včetně okružních) se v posledních letech setkáváme i u mimoúrovňových křižovatek (MÚK) s dosažením jejich kapacity. Podle našeho názoru bude nutné i pro tento typ křižovatek revidovat metodiku posuzování její kapacity dle stávající ČSN 736102 / 1 /, kde je této problematice vymezen nejmenší prostor ze všech křižovatek. Kapacitu MÚK určují kapacity některých jejích prvků resp. kolizních oblastí. Jedná se především o oblast úrovňovou s křižnými body, dále oblast připojování a odbočování ramp z nadřazené komunikace a pro úplnost by se měla posuzovat kapacita rampy v úseku podle následného obr. 1.

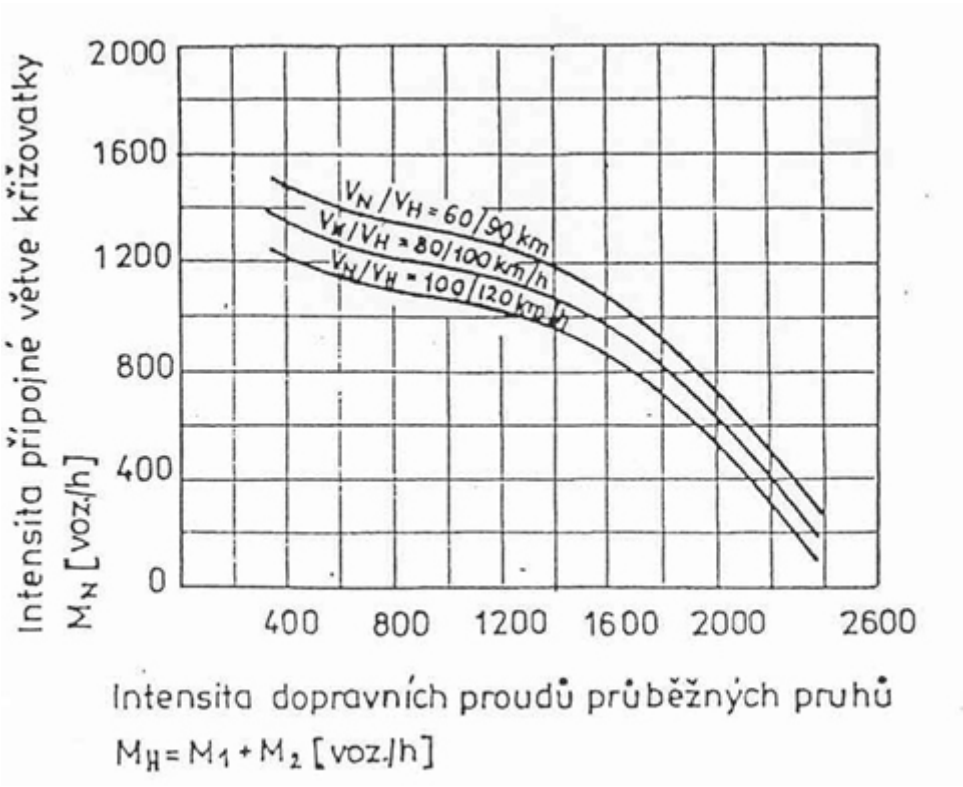



Obr. 1

V naší normě je této problematice věnován jediný článek 7.3 s obrázkem č. 23 (obr. 2) z kterého podle typu připojení a intenzity nadřazené komunikace můžeme odečíst limitní hodnotu přípojné větve.




Obr. 2




Obr. 3

Graf na obr. 24 (obr. 3) udává přípustnou intenzitu jednopruhového připojení pro různé jakosti dopravních proudů, přičemž pod „jakostí proudu “ jsou uváděny rychlosti na větvi a na nadřazené komunikaci od nejvyšší kvality 100/120 (km/h) přes 80/100 až k nejnižší kvalitě 60/90. Při nízké intenzitě nadřazené komunikace (cca 350 voz/h) můžeme odečíst maximální intenzitu přípojné větve cca 1500 voz/h při nejnižší kvalitě s rychlostí 60 km/h.

Již z tohoto krátkého příkladu je zřejmá určitá zastaralost i neúplnost naší normy a to především z evidentních důvodů, že stavy blízké kapacitě jsou v praxi doprovázeny nepoměrně nižšími rychlostmi pohybu připojovacího proudu. Měli bychom přijmout zásadu definovat kapacitu vždy v souvislosti s kvalitou provozu, definovat však globálnějším ukazatelem.

Dnes je zcela běžně používán ve výpočetních modelech např. úrovňových křižovatek ukazatel funkční úrovně ve stupních A až F. Navíc i v nově revidované normě ČSN 736101 je v metodice výpočtu kapacity stanoven obdobný kvalitativní ukazatel tzv. „ukazatel kvality dopravy“ (UKD).

Proto výzkum v rámci / 2 / byl zaměřen mj. na poznání vztahů mezi kapacitou a kvalitou dopravních proudů v prostoru MÚK. Metodou poznání bylo experimentální – přímé sledování chování vozidel a proudů v různých oblastech MÚK. Dosažené výsledky jsou zde konfrontovány s nejnovějšími zahraničními metodikami.

## 2. Zahraniční metodiky výpočtu kapacity

Výše zmíněné šestistupňové rozřazení dopravního proudu A – F, definující míru kvality provozu je deklarované zahraničními metodikami. Viz následující tab. č. 1.

| **LOS** | **A** | **B** | **C** | **D** | **E** | **F** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| g | ≤0.3 | ≤0.55 | ≤0.75 | ≤0.90 | ≤1.00 | ≤1.00 |

Rozdíl mezi americkými a německými metodami, je že americký Highway Capacity Manual / 3 / rozebírá velmi podrobně problematiku ramp mimoúrovňových křižovatek ve vztahu k odlišnostem pro více-proudé dálnice (4,6,8,10 jízdních pruhů). Zvažuje vzhledem k vyšetřované rampě – sousední předcházející / následující rampu a to zda-li se jedná o rampu vstupující nebo vystupující z dopravního proudu (připojení/odbočení). Dále vzdálenosti mezi těmito rampami a délky připojovacích a odbočovacích pruhů spolu s hodnotami dopravního proudu, které jsou podkladem pro určení úrovní kvality dopravy.

Německý HBS / 4 / při výpočtu kapacity MÚK vychází ze dvou kritických oblastí :

- z rozhodující intenzity podél (qm ) vjezdové / výjezdové části MÚK, zahrnující intenzitu v pravém jízdním pruhu a intenzitu rampy (případ připojení qe/ odbočení qa),
- intenzitu hl. jízdního proudu (po směru jízdy), měřené za místem připojení/odbočení - (deklarované pro tuto oblast pomocí grafického vyjádření).

Na těchto základech pak stanoví přípustné vjezdové / výjezdové intenzity pro konkrétní typová schémata ( E1 – E5 případ připojení, A1 – A4 případ odbočení) , ve vztahu k jednotlivým provozním úrovním kvality dopravy A- F.

## 3. Způsob sledování reálné situace

Následující dopravní data jsou založena na metodě zpracování videodetekce dopravního proudu, tj. vyhodnocovací zařízení Traficon, z kterého jsou výsledky prezentovány je založeno na získávání dat z kamerového záznamu.

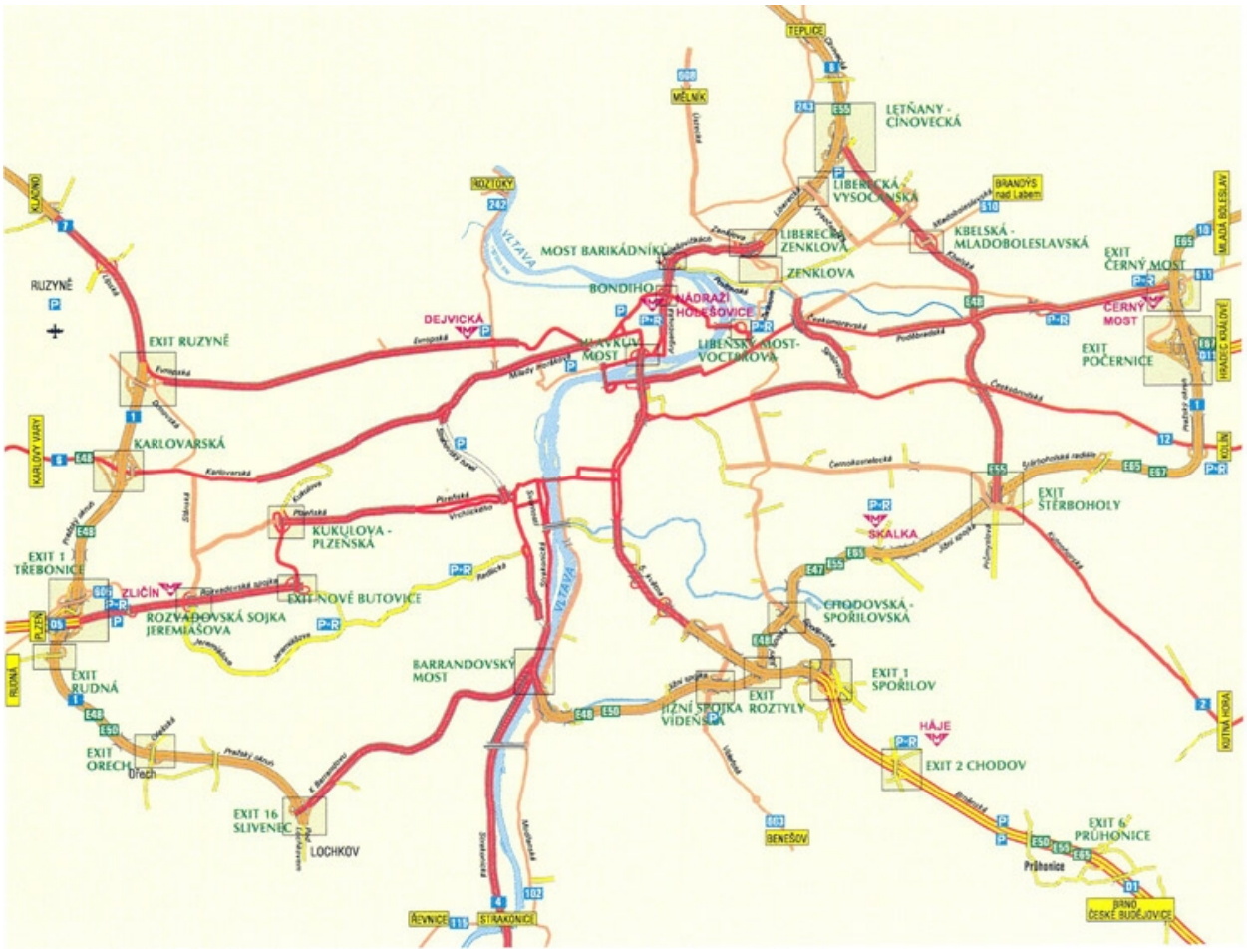
Jedná se o sběr dat pomocí videokamery a následného zpracování videozáznamu, který se stává základem pro vyhodnocení následujících dopravních parametrů :

intenzita (počet vozidel na pruh), obsazenost, hustota, mezery a odstupy (průměrná časová mezera vozidel pro kategorii / pruh v 1/10 sec, průměrný rozestup v m), rozlišení klasifikace vozidel podle jejich délky v (dm). zařízení rovněž vyhodnocuje kvalitu pohybu vozidel i proudů parametrem rychlosti (km/h), kterou určí s nejvyšší možnou přesností, kdy vychází ze záběru kamery instalované v potřebné výšce nad osou jízdního pruhu.

Informace o dopravním proudu v podobě tohoto videozáznamu pořízeného v terénu je možné vyhodnotit za pomocí přenosu mezi digitálním videem a  osobním počítačem . Vyhodnocovacím zařízením Traficon lze analyzovat fundamentální vztahy mezi základními charakteristikami dopravního proudu V-H-I, tj. **rychlost-hustota-intenzita**,  což je objektivní a komplexní sestava pro následnéí analýzy.

## 4. Dopravní průzkumy

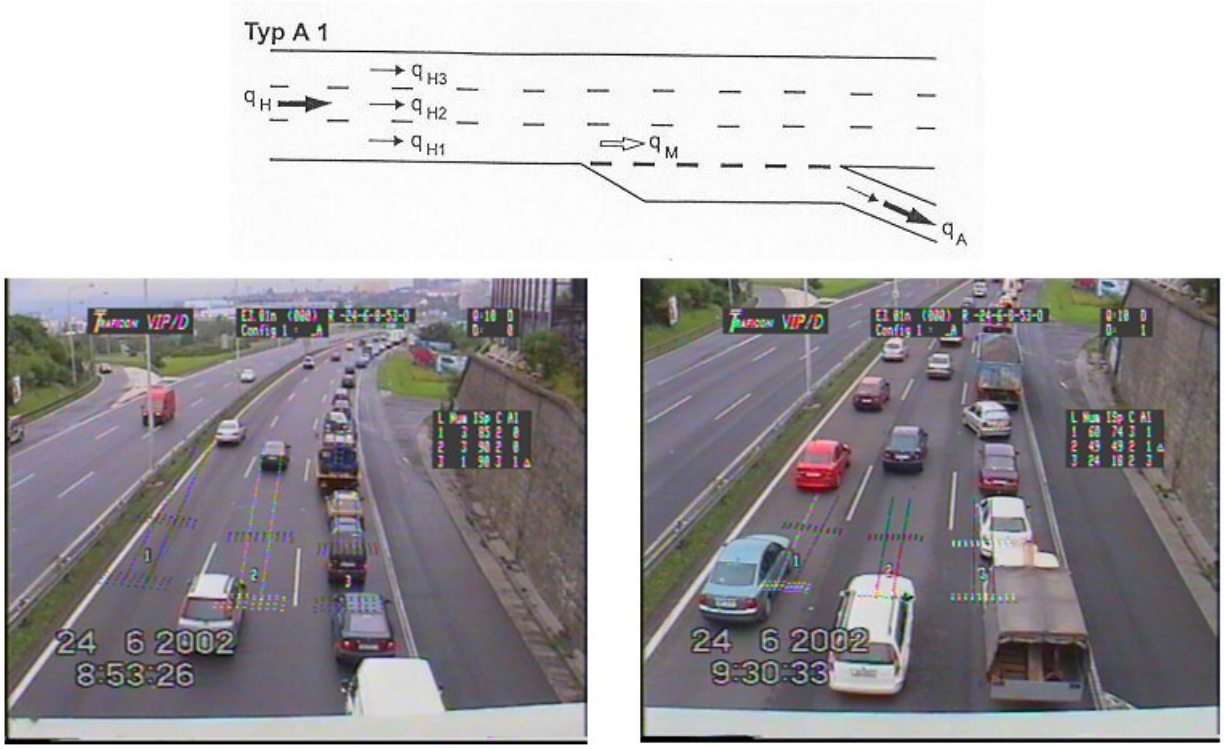
Pomocí Traficonu byly provedeny průzkumy na řadě pražských MÚK (obr. 4)




0br. 4 Přehled o sestavě sledovaných MÚK

Oblasti sledování se soustředily především na připojování a odpojování ramp. V další části se pokusíme demonstrovat některé částečné poznatky se zaměřením na výskyt kongesce v oblasti odbočení do vratné rampy.

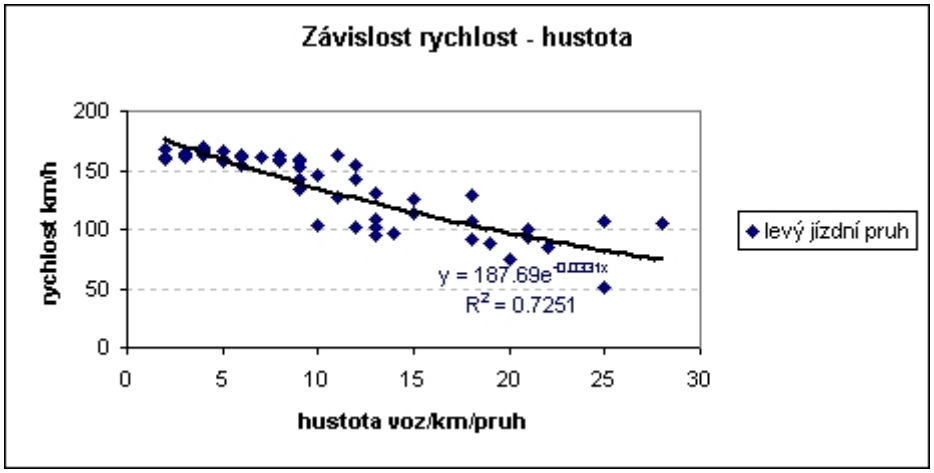
Celou situaci lze vždy sledovat a analyzovat v časovém vývoji a změnách jednotlivých parametrů, jak prezentuje následující ukázka (ukázka je z výstupu vyhodnocení popsané výše uvedenou metodou na MÚK  5. Května – Jižní spojka případ odbočení).



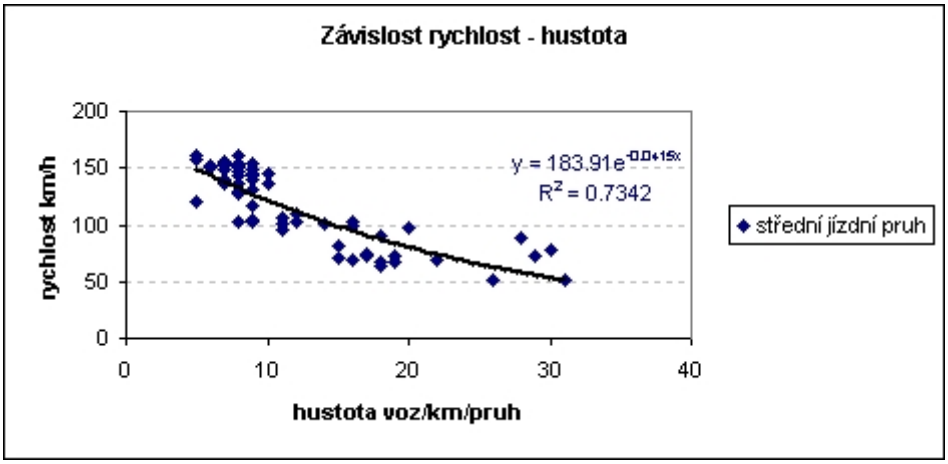

Obr. 5 Schéma a základní reálný videoobraz sledovaného odbočování

Zde je patrné jak vratná rampa pro kterou nestačí odbočovací pruh způsobuje „zahlcení“ pravého jízdního pruhu a tento vliv se postupně přenáší na ostatní jízdní pruhy (jak deklarují grafy závislostí), vozidla, která nechtějí čekat , odbočují až v bezprostřední blízkosti rampy tj. ze středního jízdního pruhu.

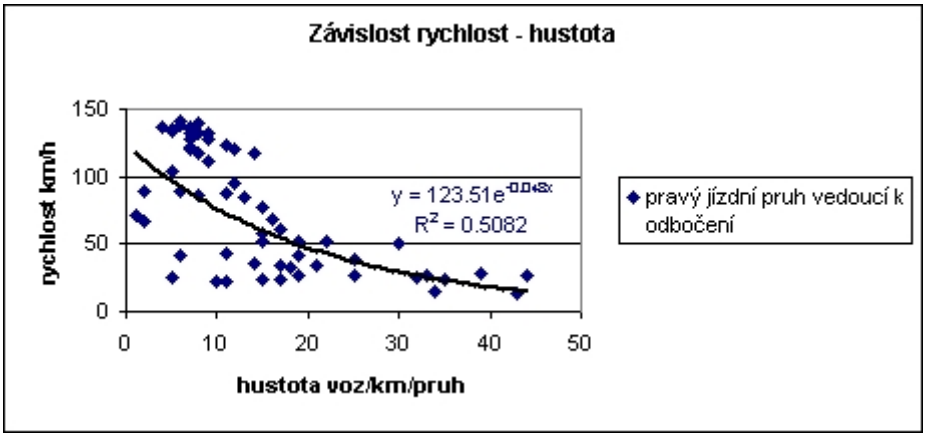
Následující grafy závislostí rychlost – hustota (obr. 5) prezentují pokles vyšetřované rychlosti s významnou závislostí na hustotě pro hodnotu regresního koeficientu ( r ) přibližující se k hodnotě lineární závislosti.




r = 0.85 /grafy znázorňují minutový dopravní proud/

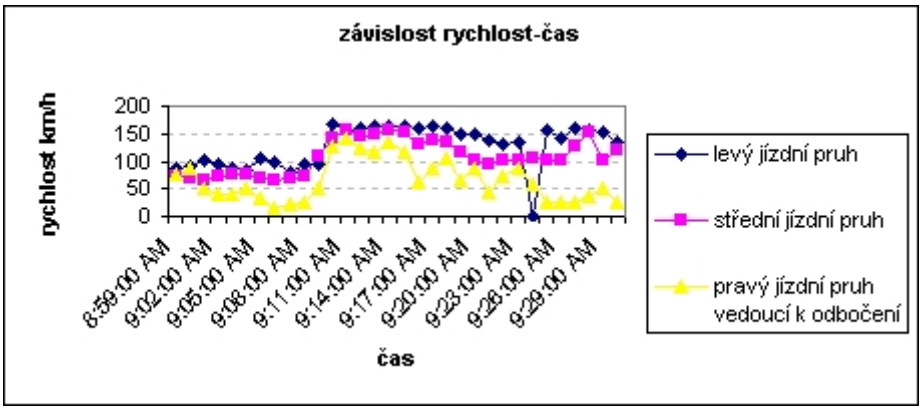



r = 0.85

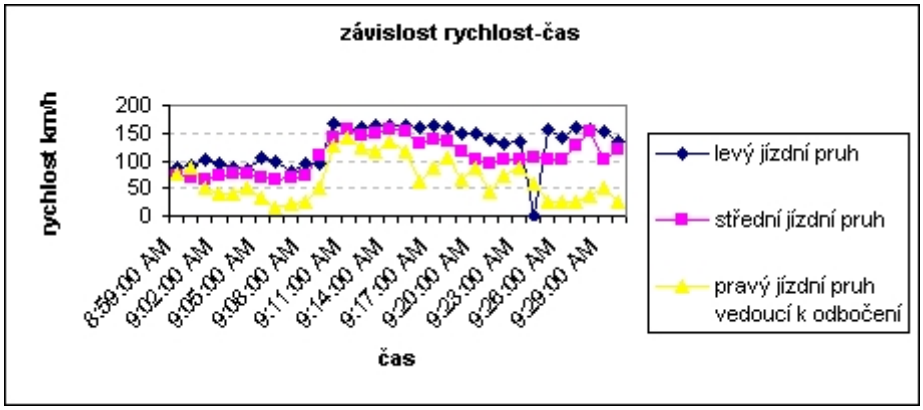



r = 0.8
Obr. 5 Vztahy mezi základními charakteristikami pro různé pruhy – oblast odbočování

Následující obr. 6 ukazuje další možnost sledování dopravní situace a to pomocí časového vývoje zvoleného parametru (rychlosti) ve zvoleném intervalu. Toto zobrazení umožňuje analyzovat v čase vývoj situace v oblasti dosahování kapacity resp.posuzovat spolupůsobení jednotlivých jízdních pruhů při rozdělování vozidel.




½ hodinový výběr




hodinový výběr
Obr. 6 Časový vývoj zvolené charakteristiky – rychlosti, ve zvoleném intervalu sledování

## Závěrem

Se zmíněnými nejnovějšími zahraničními metodikami HCM, HBS jsou konfrontovány závěry analýzy provedené v / 2 /, na základě dopravních průzkumů na 29 lokalitách s prezentací kompletní sestavy V-I-H.

Zmiňovaná metoda videodetekce se zde osvědčila i vzhledem k tomu, že u MÚK je vesměs zajištěna výhodná pozice kamery na mostním objektu. Rozbor této uváděné problematiky měl pak za úkol přiblížit současný již nevyhovující způsob normatizace při stanovení výpočtu kapacit s ohledem na nárůst intenzit v silniční dopravě, prezentované jednou z nejmodernějších metod založené na bázi zpracování dat dopravního proudu pomocí videodetekce.

Na uvedených grafech závislostí veličin dopravního proudu je patrná skutečnost poklesu rychlosti v závislosti na hustotě, způsobené přítomností odbočujících vozidel, (na grafech je patrná významná tendence k lineární závislosti). Tento vliv se dále přenáší i na ostatní jízdní pruhy hlavního směru, jak nejlépe vystihují grafy závislostí rychlost - čas, kde dochází k modelování průběhu křivek ostatních jízdních pruhů podle křivkové spojnice vyjadřující požadavek odbočení.

Oba tyto způsoby grafické prezentace poukazují na skutečnost narušení plynulosti dopravy v (MÚK) vlivem poklesu rychlosti související s manévrem odbočení, které zde způsobí následné dosažení kapacity, jak bylo zmíněno v úvodu ve vztahu k posouzení kapacity ramp podle naší ČSN. Podobně pak, jako u ČSN i u zahraničních metodik je možné setkat se s určitou neujasněností v určování kapacity komunikací: např. u německého manuálu se metodika opírá o velikosti intenzit bez hlubšího přihlédnutí k rychlostem dopravního proudu.

Naším záměrem je pokračovat v této problematice, v některém dalším čísle Silničního obzoru seznámit naší odbornou veřejnost s konkrétními dosaženými výsledky. Věříme, že přispějeme k iniciování potřebné revize výpočtové kapacity MÚK v ČSN 736102.

**Použitá literatura :**

/ 1 / ČSN 736102, Projektování křižovatek na silničních komunikacích, 1995

/ 2 / Memićová M., : Aplikace teorie dopravního proudu pro návrh křižovatek (Dizertační práce 2004)

/ 3 / HCM – Highway Capacity Manual, 2000

/ 4 / HBS – Handbuch fur die Bemessung von Strassenverkehrsanlangen, Forschunggesellschaft fur Strassen – und Verkehrswesen e.V.,Koln, 2001

/ 5 / Traficon nv, Belgium (Manual Release November 2000)