# Kapacita úrovňových křižovatek v souvislosti s kvalitou provozu

Publikováno: 26. 10. 2007

Naše avizovaná serie článků o průběhu zpracování inovace výpočetní metodiky kapacity úrovňových křižovatek (ÚK), /1/ pokračuje v předloženém třetím pokračování metodologicky trochu odzadu. Totiž zdůrazněním souvislosti kapacity s úrovní kvality dopravy (ÚKD) na křižovatce. Zkratku ÚKD používáme v jednotnosti s revidovanou ČSN 736101.

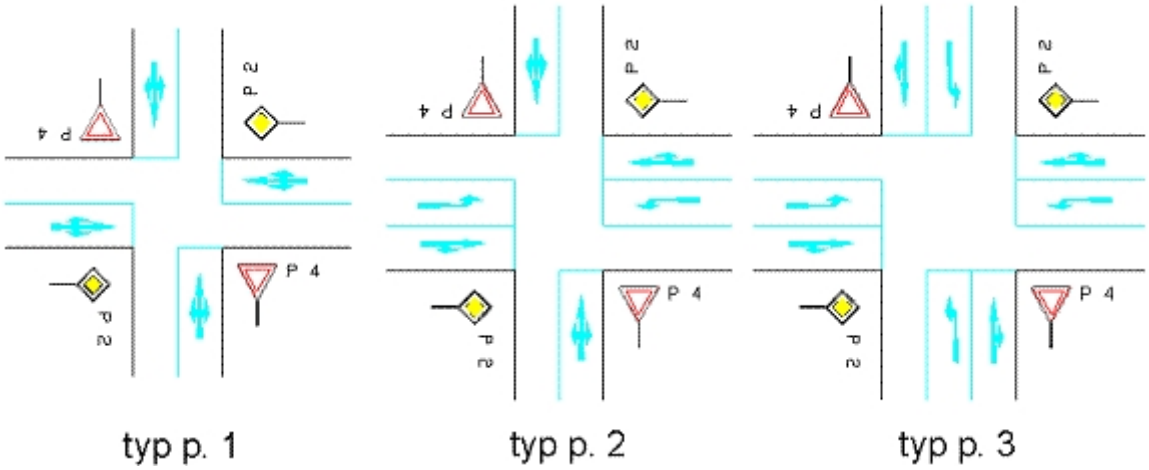
K problematice inovace vlastní výpočtové metodiky se vrátíme v dalších článcích. Naše předkládané početní výstupy zde budou spočítány dle metodiky HBS 2001 - Handbuch fur die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen.

Již v minulosti jsme poukazovali na fakt / 2,3/, že kapacitu je nutné vždy definovat ve vztahu na kvalitu dopravního provozu. Zjednodušeně se dá říci, že při nižších nárocích na kvalitu dosáhneme vyšší kapacitu.

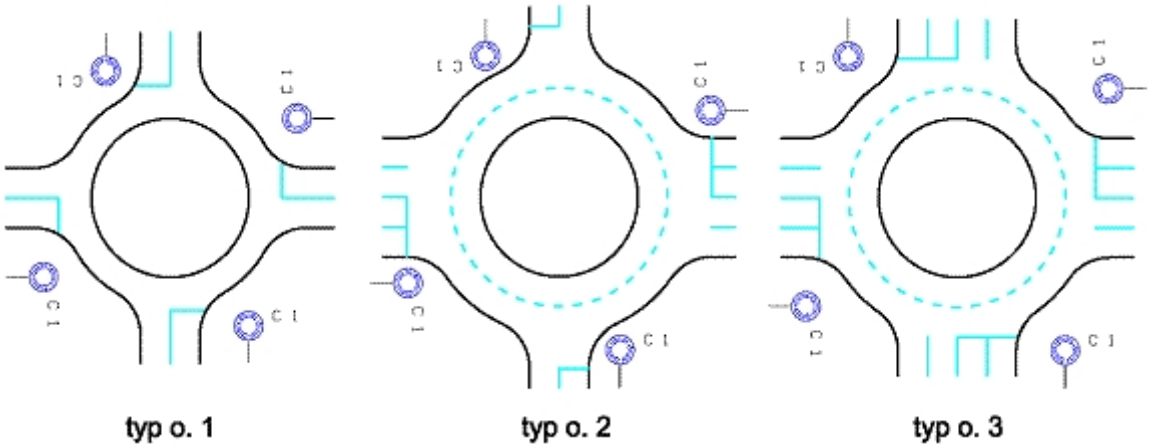
Ukažme si tedy  tuto souvislost na konkrétních příkladech :

- - různých dispozic ÚK včetně malých okružních křižovatek (OK),
- - různých kombinacích zatížení dopravních proudů.

Za tímto účelem si zvolme v praxi nejčastější typy průsečných a okružních křižovatek dle následného obrázku:




Dispoziční uspořádaní typů průsečných křižovatek




Dispoziční uspořádaní typů okružních křižovatek

V jednotlivých dispozicích je možné ještě uvažovat s dalšími důležitými prvky např. použití směrového trojúhelníkového ostrůvku při výjezdu z hlavní ( je to významný prvek, který odděluje kolizní body vpravoodbočujících proudů z hlavní ), resp. zahrnutí podmínek širšího vjezdu z vedlejší, sice s nevyznačením dvou řadících pruhů, ale ve skutečnosti umožňující řazení dvou osobních vozidel vedle sebe. V tomto případě je možné rozlišit i délku takovéhoto „falešného“ dvoupruhového vjezdu počtem za sebou stojících vozidel nf=1,2,3 vozidel.

Kombinace zatížení jednotlivých dopravních proudů, uvedené v následující tabulce používá označení H=hlavní proudy, V=vedlejší proudy, indexy 1,2 jsou označení dvou protisměrných ramen, každý vjezd má tři směry:levý-přímý-pravý:

**Rozložení zatíženi na průsečné (okružní) křižovatce**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Hlavní proud 1 : Vedlejšímu proudu 1 : Hlavnímu proudu 2 : Vedlejšímu proudu 2 | | | | |
| H1:V1:H2:V2 | H1:V1:H2:V2 | H1:V1:H2:V2 | H1:V1:H2:V2 | H1:V1:H2:V2 |
| 1:1:1:1 | 2:1:2:1 | 3:1:3:1 | 1:2:1:2 | 4:2:3:1 |
| Levé odbočení : Přímému směru : Pravému odbočení | | | | |
| 1:2:1 | 1:2:1 | 1:2:1 | 1:2:1 | 2:3:1 |

Následné výpočty byly provedeny pro konstantní podmínky křižovatky ve městě , s podílem nákladní dopravy 10% a s dopravním rozlišením vedlejších vjezdů značkou P4 „Dej přednost v jízdě“.

Kvalitativní stupně ÚKD jsou určeny dle hodnoty ztrátových časů dle následující tabulky:

Určení kvalitativních stupňů ÚKD dle hodnoty ztrátových časů

| **ÚKD** | **průměrný ztrátový čas w [s]** |
|---|---|
| A | 10 |
| B | 20 |
| C | 30 |
| D | 45* |
| E | w = x (s) pro Ri = 0 (jed.voz/hod) |
| F | Přesycení |

Pozn: V revidované ČSN 73 6102 bude upraven ÚKD stupeň D na hodnotu 55s.

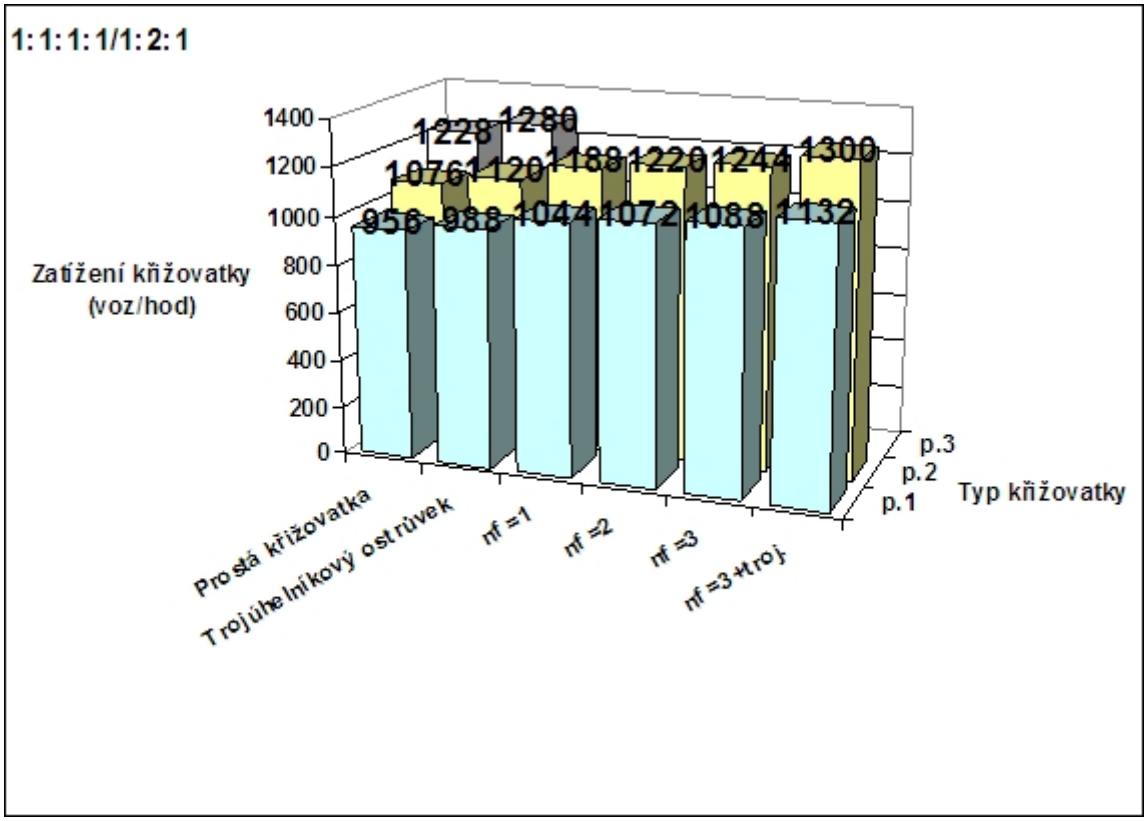
Rozsah prověřovaných zatěžovacích stavů je omezen podmínkou dosažení stupně kvality „E“ pro nejpodřízenější dopravní proud ( levé odbočení z vedlejší) tj.když je rezerva kapacity nulová.

Samozřejmě, že tohoto stupně dosáhne každý typ křižovatky za jiných podmínek zatížení.

Výsledky opět budeme prezentovat pokud možno především graficky, pro lepší přehlednost i srovnání.

**Vliv různých  dispozic křižovatky**

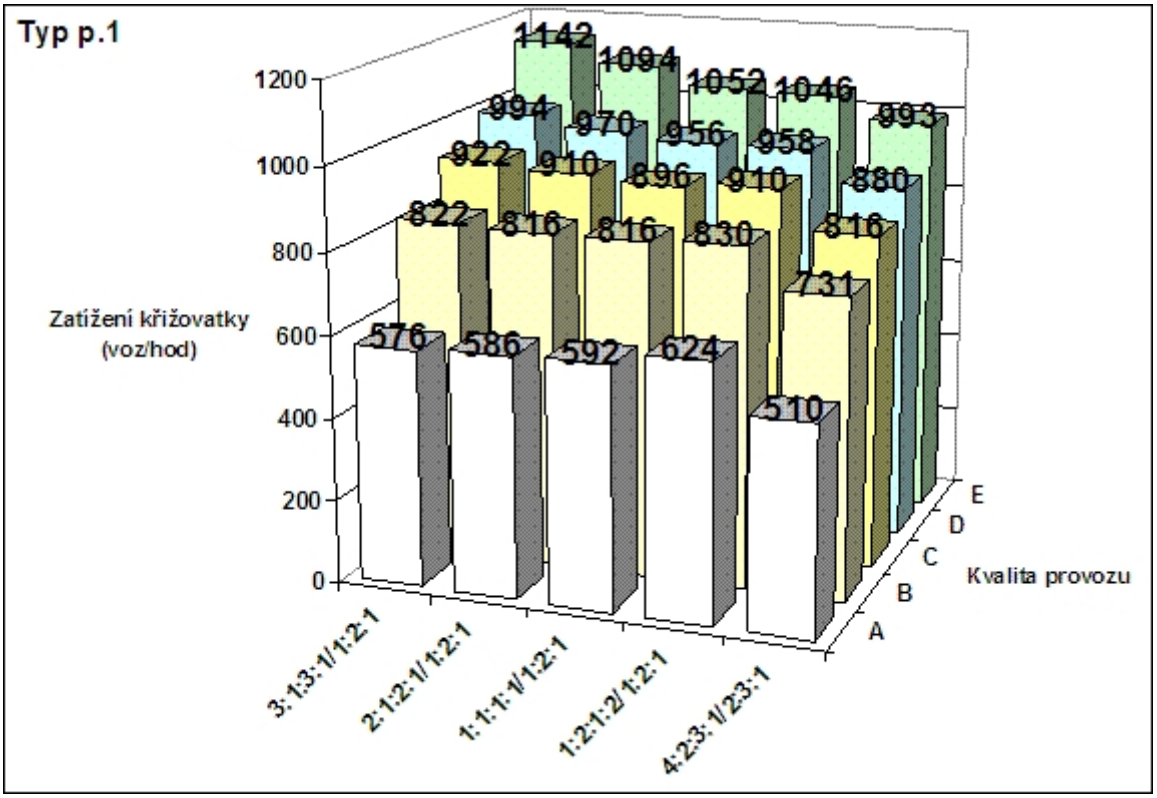
Na následném sloupcovém grafu jsou znázorněny kapacity pro jednotlivé typy křižovatek průsečných p1, p2 a p3 s přidáním trojúhelníkových,směrových ostrůvků i „falešných“ řadících pruhů. Pro jednoduchý případ symetricky zatížené křižovatky všech vjezdů je vidět efekt těchto zlepšených dispozic. Např.pro typ p1 činí toto navýšení z 956 na 1132 voz/hod.



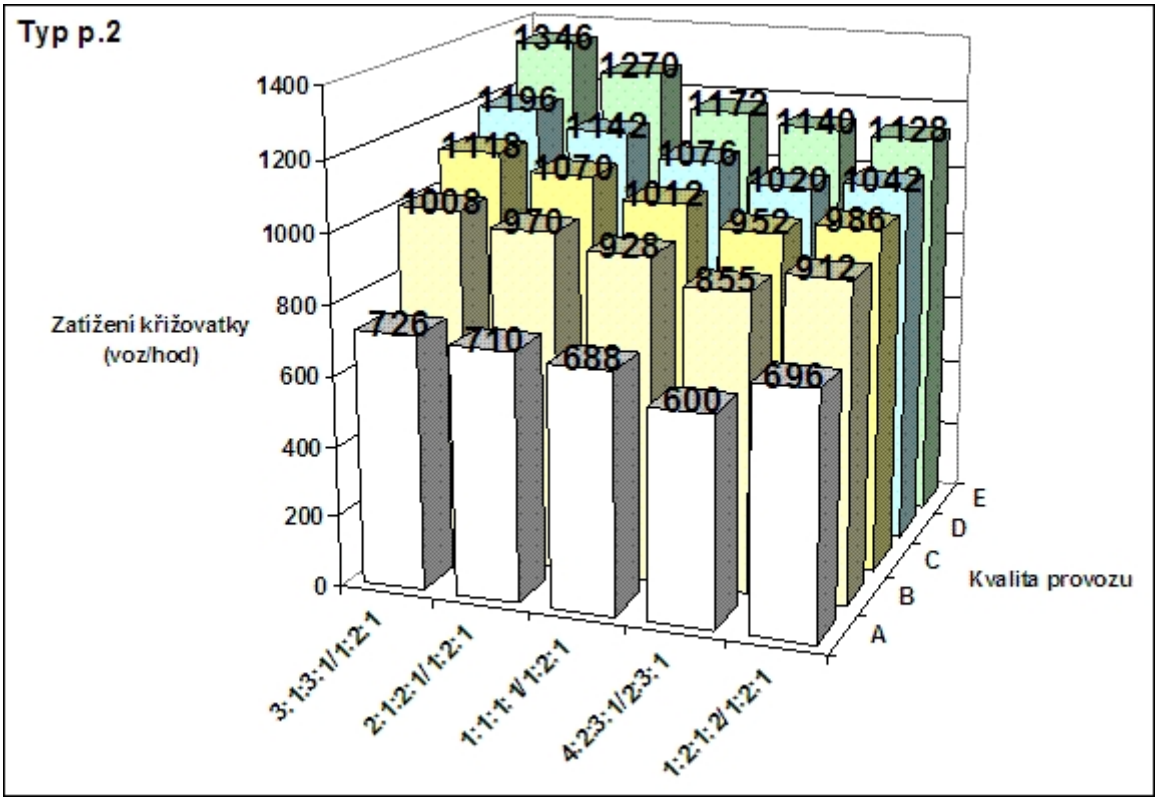

Kapacita křižovatek v závislosti na dispozici, při vyrovnaných zátěžích všech vjezdů (1:1:1:1)

**Kapacita - dispozice – poměry zatížení –kvalita**

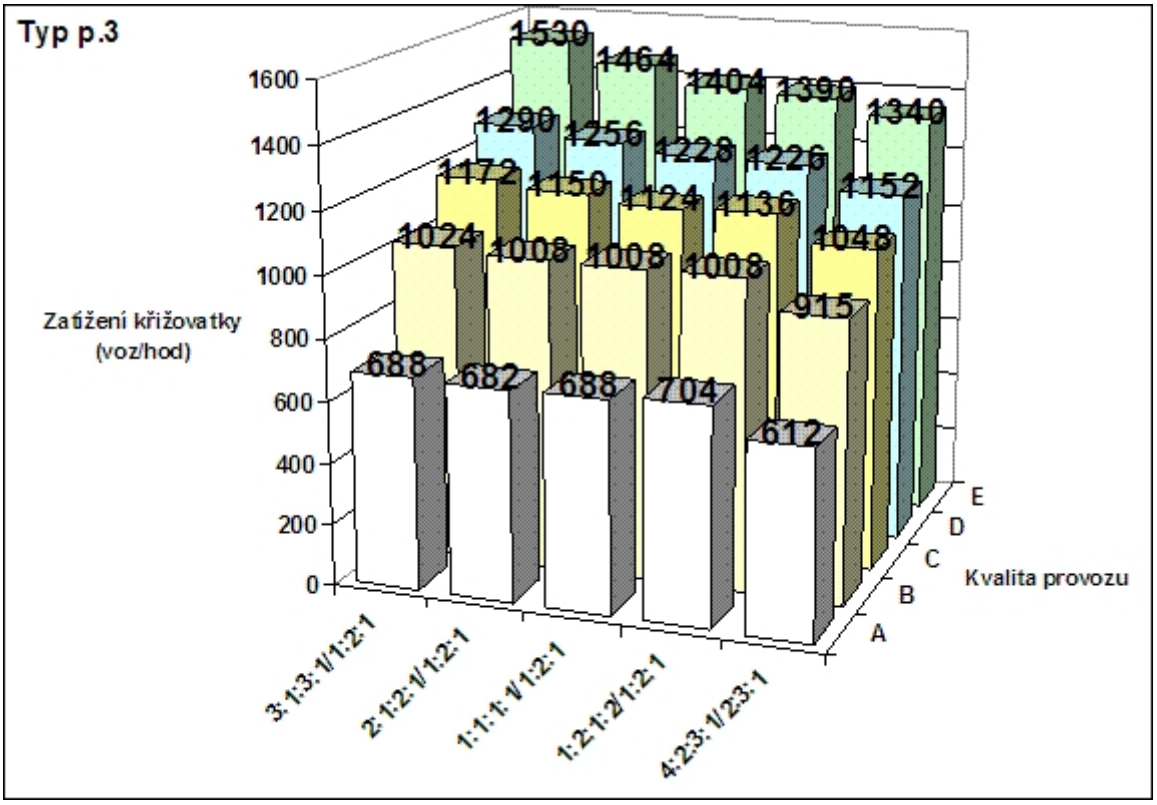
Srovnáme-li objektivně kapacity křižovatek  jednotlivých typů, pak z následných grafů je zřetelný celkový numerický rozdíl v kapacitách v závislosti i na kvalitě provozu i poměrech zatížení křižovatek.




Kapacita křižovatky p.1 v závislosti na typu zatížení




Kapacita křižovatky p.2 v závislosti na typu zatížení




Kapacita křižovatky p.3 v závislosti na typu zatížení

Z těchto grafů lze učinit tyto závěry :

- kolísání kapacity uvnitř určitého stupně provozní kvality (UKD=A,B,C,D,E) není pro variace dopravního zatížení výrazné, činí řádově 100-150 voz/hod, nejmenší rozdíly jsou u nejvyšší kvality tj.stupně A (612 až 704 voz/hod),
- rozdíl v kapacitách jednotlivých typů křižovatek (pro určité rozložení zatížení) je daleko výraznější, činí až 400 voz/hod,
- numericky nejvyšší hodnoty 1530 voz/hod bylo dosaženo pro „nejlepší“dispozici p3, největší rozdíl mezi zatížením hlavní a vedlejší zátěží a pro nejnižší úroveň kvality „E“. Tuto hodnotu je obecně nutno chápat jako ne konečnou, neboť logicky by bylo dosaženo vyšší kapacity křižovatky pro nejvyšší rozdíly mezi hlavními a vedlejšími proudy ( např. 5:1:5:1). Ad absurdum, nejvyšší kapacita by byla dosažena tehdy, kdy intenzity na hlavní by byly maximální – ale pak už by to nebyla křižovatka. V tomto smyslu se zdá potřebné definovat kapacitu nejen s ohledem na požadovanou kvalitu, ale i s vymezením jakési minimální intenzity na vedlejších,

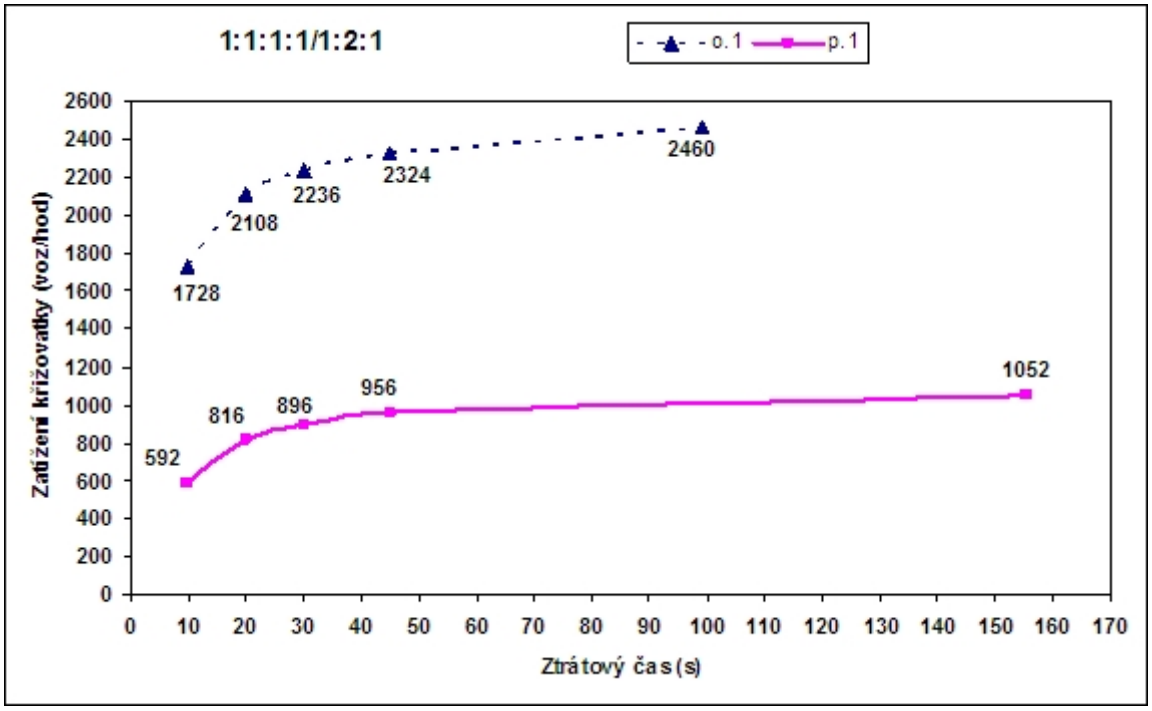
Druh křižovatky - kapacita – kvalita

V této části si budeme demonstrovat vliv podstatnějších rozdílů mezi křižovatkami a to:

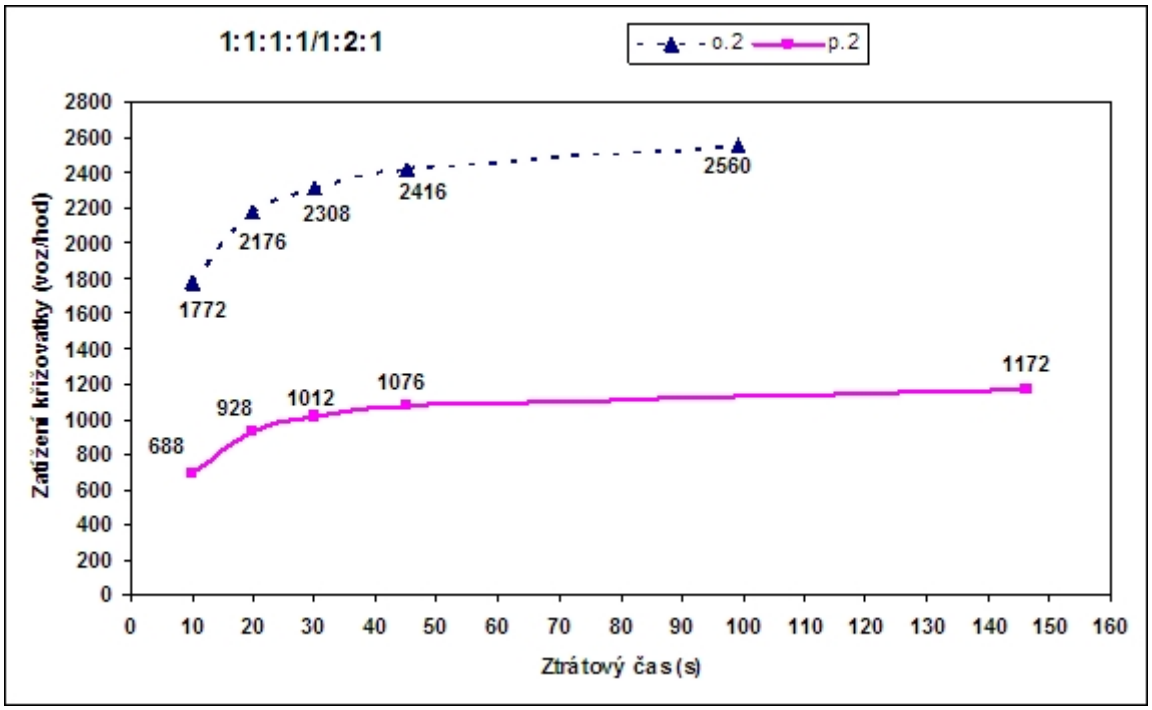
- úrovňových, průsečných křižovatek a
- malých okružních křižovatek se srovnatelnými dispozičními nároky v počtech pruhů.

Rovněž ukazatel kvality tj. stupně A až E nahradíme přesnějším údajem „ztrátových časů“ a to především z toho důvodu , že je zřetelnější závislost kapacity s kvalitou a navíc se jednoznačně projeví problematika určení striktních hranic stupňů A až E pomocí ztrátového času.

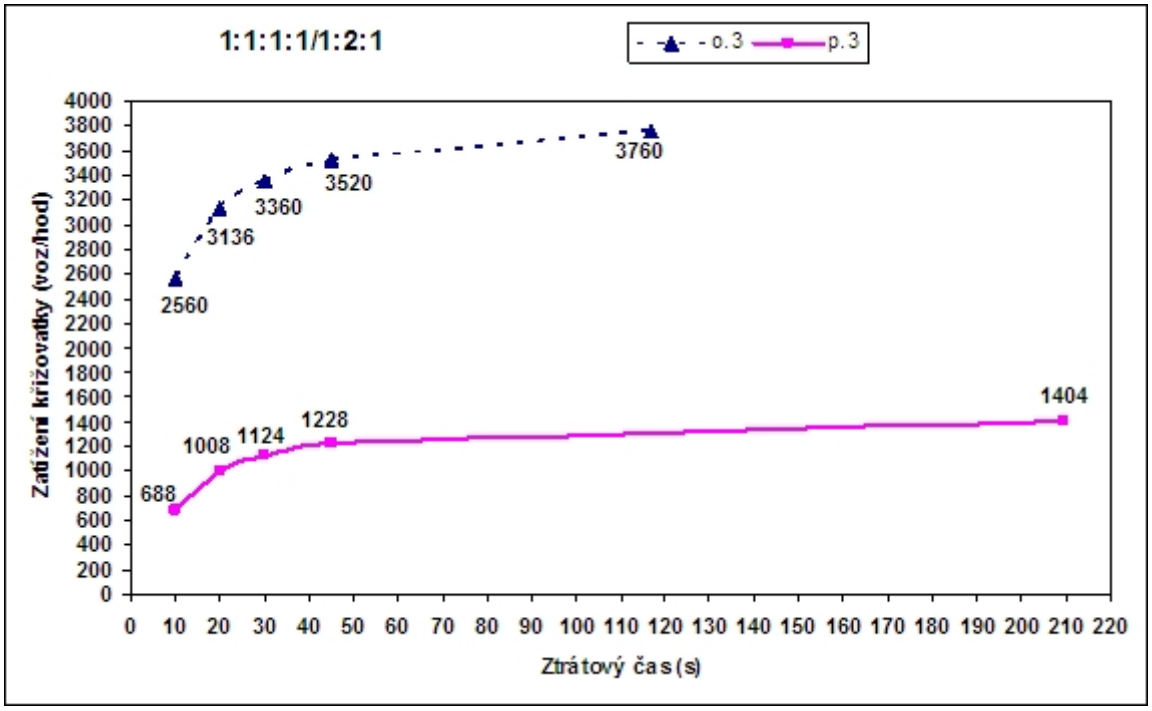
Uvedeme grafy v kterých budeme porovnávat průsečné křižovatky se srovnatelnými okružními v systému kapacita-kvalita. Vynesené křivky jsou ukončeny v bodě, kdy je rezerva kapacity nulová (nejpodřízenějšího dopravního proudu). X-ové souřadnice odpovídají ÚKD.




Porovnání celkového zatížení křižovatek v závislosti na ztrátovém čase




Porovnání celkového zatížení křižovatek v závislosti na ztrátovém čase

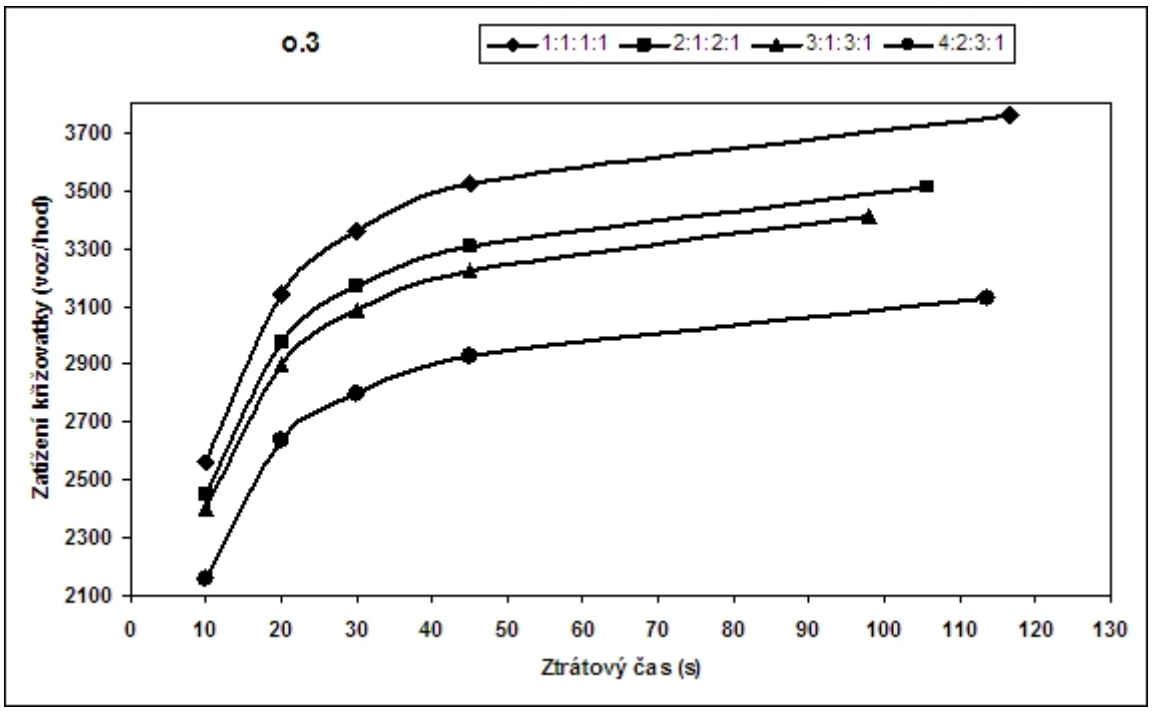



Porovnání celkového zatížení křižovatek v závislosti na ztrátovém čase

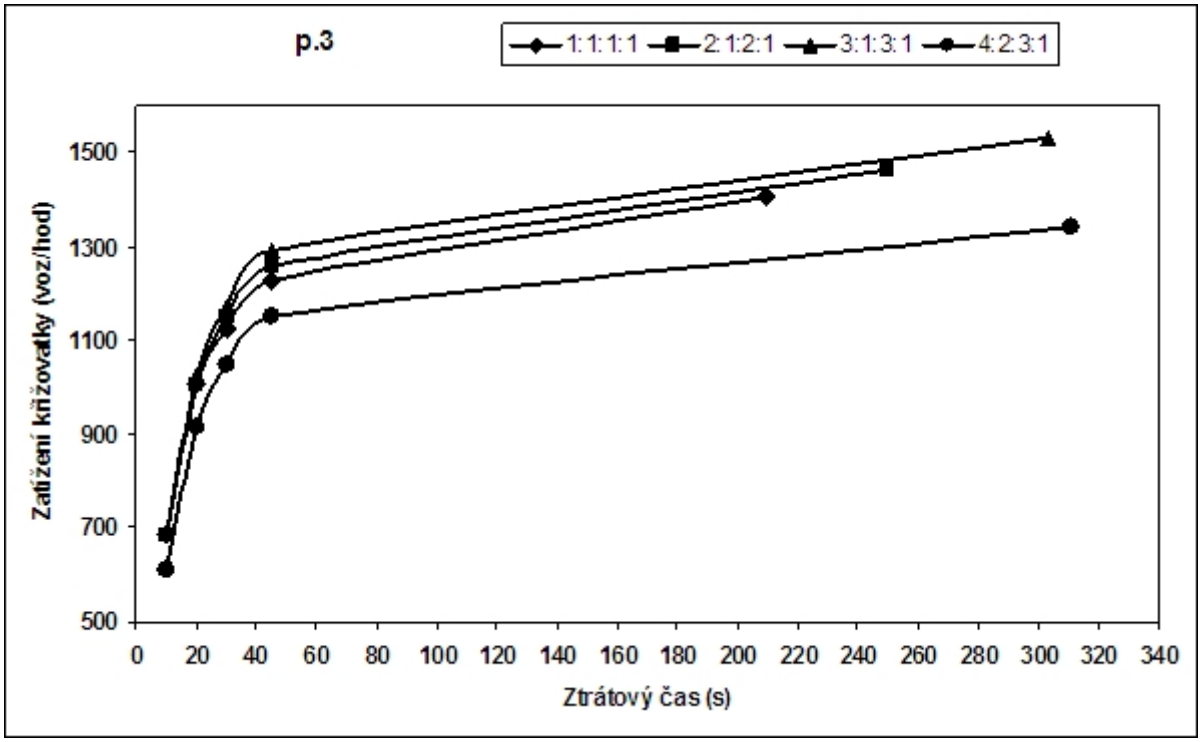
Poznatky :

- z grafů je jasně vidět, že průsečné křižovatky dosáhnou kapacity až při daleko nižší kvalitě provozu. Ztrátový čas činí 140-210s oproti okružním se 100-120 sekundami,
- okružní křižovatky mají cca 2-3x větší kapacitu,
- prověřovaný zátěžový stav souměrného zatížení je optimální pro okružní křižovatky.

Na závěr si porovnáme „nejprostornější dispozice“ o.3 a p.3 v podmínkách měnících se poměrů dopravního zatížení tj.od stejnoměrného 1:1:1:1, přes výrazně převládající hlavní směry 3:1:3:1 až po zcela nevyrovnané zátěže 4:2:3:1.




Zátěžové charakteristiky na dispozičním uspořádání o.3




Zátěžové charakteristiky na dispozičním uspořádání p.3

Porovnáním obou grafů můžeme konstatovat, že :

- okružní křižovatky jsou nepoměrně citlivější na vyrovnanost zátěží vjezdů,
- opět se potvrzuje, že okružní křižovatky dosahují nejvyšší kapacity při vyrovnaných zátěžích vjezdů,
- naopak nejvýraznější pokles kapacity je při nesymetrických zátěžích vjezdů 4:2:3:1, prakticky o 500 až 600 voz/hod.,
- naopak průsečné křižovatky jsou méně citlivé na vyrovnanost zátěží, rozdíly činí cca 200voz/hod.

**Závěry, doporučení**

Pro stanovení kapacit neřízených křižovatek byl použit výpočetní program který je součástí HBS (podrobný popis programu viz. /4/ ). Jedná se o velmi výkonný a jednoduchý výpočetní program vytvořený ve VBA (Visual Basic) sloužící k přesnému stanovení kapacity křižovatky. Výhodnou tohoto programu je dostupnost (běží pod aplikací microsoft office excel) a intuitivní ovládání.

Předložená ukázka měla ukázat, především projektantům, jaký vliv na kapacitu mají dispozice a poměry dopravního zatížení. V praxi se často usiluje o zlepšení řádově o desítky voz/hod., přičemž největší handicap – nevyrovnané zátěže – je dán do vínku.

Bude-li okružní křižovatka navrhována i z kapacitních důvodů, pak vyrovnanost zátěží je kardinální podmínkou efektivnosti provozu.

*Článek byl zpracován i za podpory VZ Udržitelná výstavba MSM 6840770005*

**Odkazy a použitá literatura**

/1/ Projekt MDČR, Aktualizace výpočtových modelů pro stanovení kapacity neřízených okružních křižovatek, EDIP s.r.o, 2004-6
/2/ Slabý P., Kapacita malých okružních křižovatek v souvislostech, Silniční obzor 7-8/2000

/3/ Slabý P., Souvislost mezi kapacitou a kvalitou, Silniční obzor 4/2003
/4/ Koukol M., Analýza metod výpočtu kapacity úrovňových křižovatek, diplomová práce, FD ČVUT Praha 2005