# Faktory ovlivňující kapacitu křižovatky

Publikováno: 26. 10. 2007

Jak jsme již avizovali v / 1 / novelizace výpočetní metody pro kapacitu úrovňových křižovatek bude vycházet především z metodiky HBS 2001 /2 /. V úvodu si uvedeme rozdílnost k naší ČSN při výběru ovlivňujících faktorů pro kapacitu.

Při výpočtu kapacity dle ČSN 736102 modelem časových mezer ( Harderse ) má rozhodující vliv několik faktorů :

- druh jízdního úkonu, vyznačení přednosti na vedlejší, přípustná rychlost, druh vozidla event.skladba,
- jejich vliv se promítá do výpočtových hodnot kritické a následné mezery. Jejich konkrétní hodnoty udávaly Tab. 12 a 13.

Metodika HBS uvažuje s obdobnými vlivy, i když zahrnuté pod jiné ukazatele. Na příklad vliv rychlosti nadřazených proudů nahrazuje polohou křižovatky, úlohu zde hraje i použití směrového ostrůvku při výjezdu z hlavní s oddělením kolizních bodů, stejně jako šířka vjezdu nad 4m, umožňující nevyznačené řazení vozidel vedle sebe.

Co však metodika říká naplno je, že:

- vliv chodců a cyklistů není zohledněn,
- metoda neplatí pro křižovatky s principem řízení „přednost zprava“. Tento typ rozlišení křižovatky je vhodný pro nízké zatížení do 600 až 800 voz/hod jako součtu intenzit všech čtyř ramen křižovatky,
- pro případy tří a více jízdních pruhů na hlavním vjezdu by měly platit modifikované hodnoty kritických a následných mezer. Tento fakt není v metodice zohledněn,
- blízkost řízené křižovatky, která porcuje příjezd vozidel v hlavním směru k neřízené křižovatce do kolon, stejně jako koordinace SSZ jsou případy, které metoda rovněž nezohledňuje. Doporučuje se použít simulačních modelů.

V další části článku si ukážeme konkrétní číselný dopad těchto vlivů na kapacitu o míře event. zkreslení výsledku.

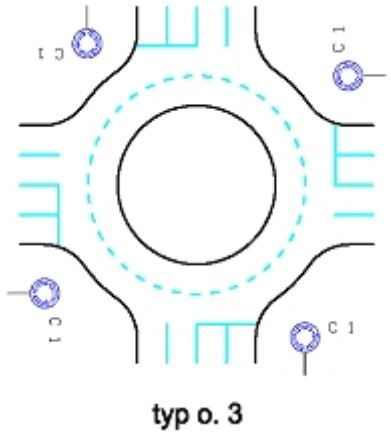
Posoudíme tedy následné vlivy (které HBS umožňuje případ od případu měnit):

1. poloha křižovatky
2. skladba dopravního proudu
3. svislé dopravní značení
4. geometrické uspořádaní

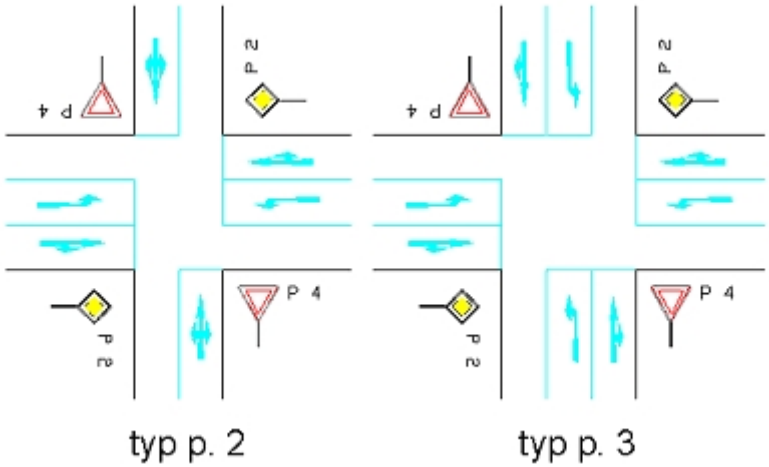
Zde  bude posouzení provedeno pouze pro vybrané typy křižovatek.

Jedná se o prostorově srovnatelné typy okružní a průsečné křižovatky o3 a p3, rozšířené o v praxi obvyklý typ p2.

CDV CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU © *Observatoř bezpečnosti silničního provozu, www.czrso.cz*




Obr. 1: Okružní křižovatka typ o. 3




Obr. 2: průsečné křižovatky typu p. 2 a p. 3

**Vliv polohy křižovatky**

Průsečná křižovatka v HBS může být umístěna buď:

1. v intravilánu
2. v extravilánu
    - v aglomeraci velkého města s výraznými místními vztahy
    - vně aglomerace

V praxi by tato skutečnost neměla být zanedbána, a to z toho důvodu, že metoda výpočtu dle HBS používá jiné velikosti kritické mezery tg a následné mezery tf pro dané umístění průsečné křižovatky. V následné tabulce jsou uvedeny obdobné hodnoty dle připravované revize ČSN / 4 /

Kritické časové odstupy tg [s] a následné časové odstupy tf [s]

| druh jízdního úkonu | při označení | $t_g$[s] | | $t_g$[s] | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | intravilán | extravilán | intravilán | extravilán |
| doleva z hlavní | | 5,5 | 6,4 | 2,6 | 2,9 |
| doprava z vedlejší | Dej přednost v jízdě! | 6,5 | 7,3 | 3,7 | 3,1 |
| | Stůj, dej přednost v jízdě! | 6,5 | 7,3 | 3,7 | 3,7 |
| křižování | Dej přednost v jízdě! | 6,5 | 7,0 | 4,0 | 3,5 |
| | Stůj, dej přednost v jízdě! | 6,5 | 7,0 | 4,0 | 4,0 |

| druh jízdního úkonu | při označení | $t_g$[s] intravilán | $t_g$[s] extravilán | $t_g$[s] intravilán | $t_g$[s] extravilán |
|---|---|---|---|---|---|
| doleva z vedlejší | Dej přednost v jízdě! | 6,6 | 7,4 | 3,8 | 3,4 |
| | Stůj, dej přednost v jízdě! | 6,6 | 7,4 | 3,8 | 3,8 |
| křižování, doleva z vedlejší (jednosměrný vjezd) | Dej přednost v jízdě! | 5,6 | 6,2 | 3,9 | 3,5 |
| | Stůj, dej přednost v jízdě! | 5,6 | 6,2 | 3,9 | 3,9 |

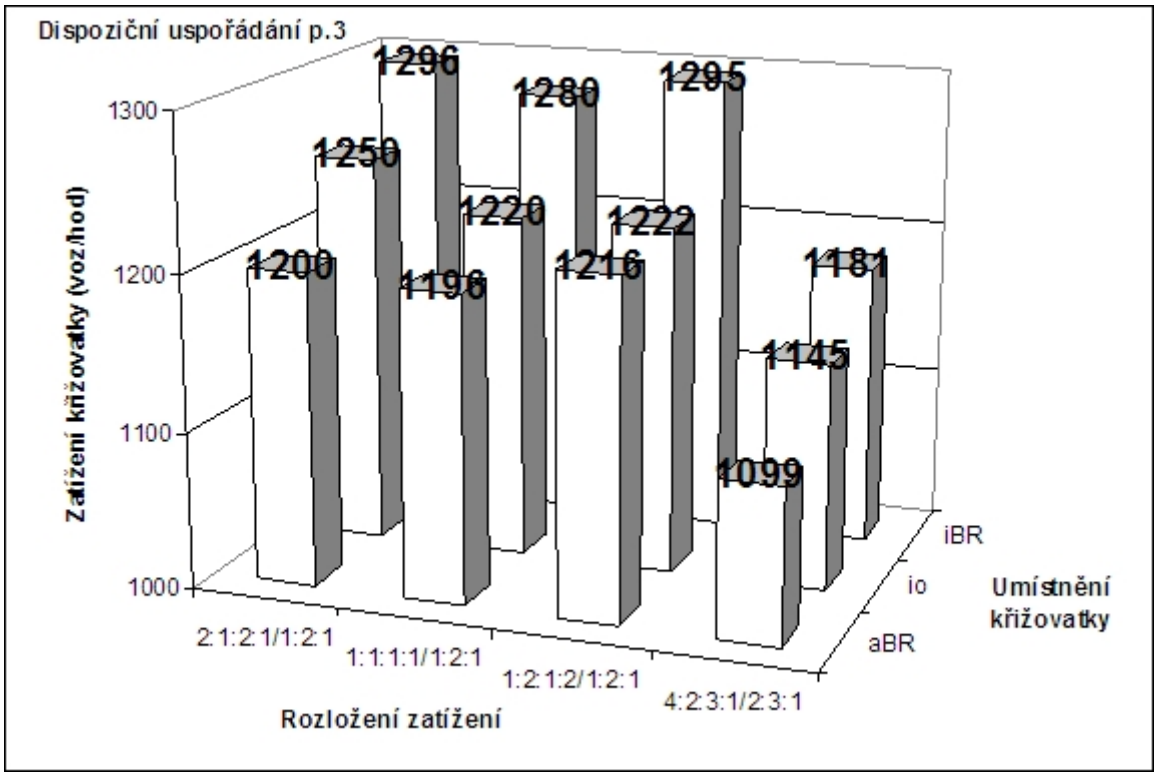
1. Časové odstupy v tabulce se použijí pro dopravní proudy vyjádřené v jednotkových vozidlech.
2. Časové odstupy v intravilánu souvisí s uvažovanou nižšší přípustnou rychlostí zpravidla v uzavřené obci.
3. Časové odstupy v extravilánu souvisí s uvažovanou vyšší přípustnou rychlostí zpravidla mimo uzavřenou obec.

V následujícím testu jsou použity typy křižovatek p.2 a p.3. Zatížení je zvoleno obdobně jako v předešlém článku podle poměrů zatížení proudů (např.2:1:2:1/1:2:1 znamená podíly hlavní:vedlejší:hlavní:vedlejší/vlevo:přímo:vpravo na vedlejší). Jsou prověřovány čtyři zátěžové stavy :

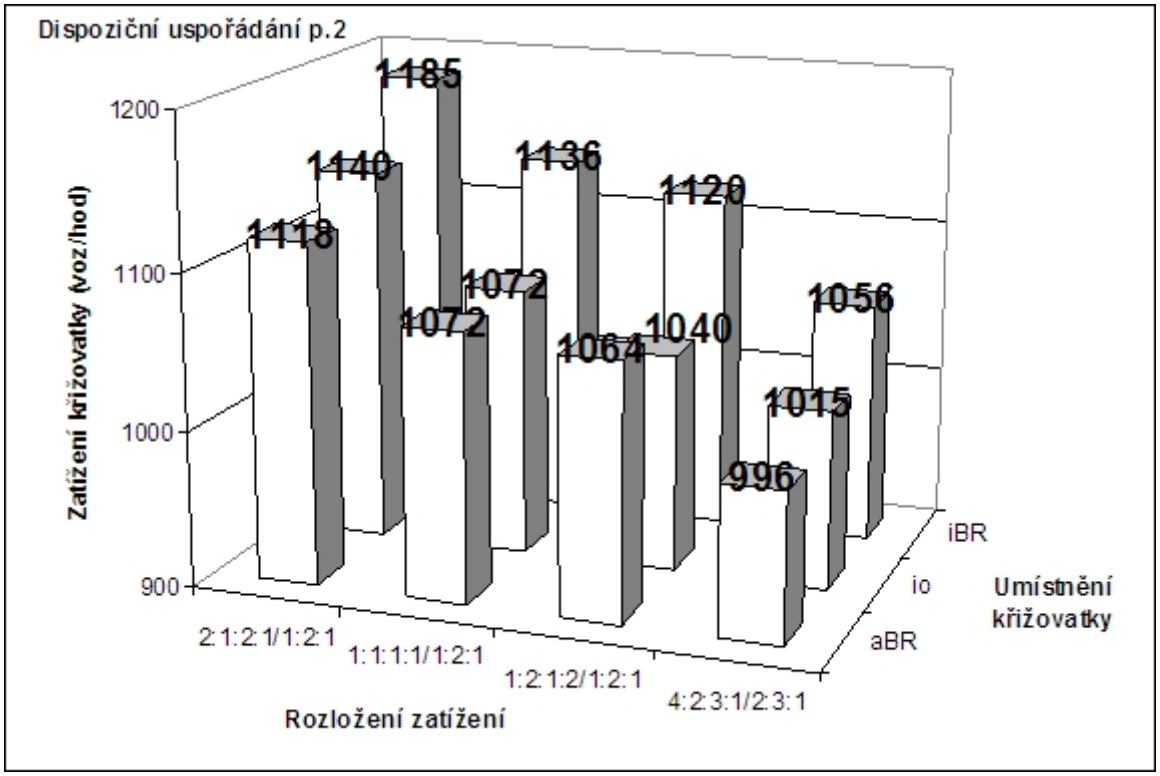
- zatížení hlavní = zatížení vedlejší ( 1:1:1:1 ), dominuje přímý směr
- zatížení hlavní > zatížení vedlejší ( 2:1:2:1 ), dominuje přímý směr
- zatížení hlavní < zatížení vedlejší ( 1:2:1:2 ), dominuje přímý směr
- zatížení hlavní > zatížení vedlejší (4:2:3:1 ), silné levé odbočení

Výsledky jsou konfrontovány s obdobným prověřením, provedeným v / 6 /.

V křižovatkách se počítá s 10% podílem pomalých vozidel. Na křižovatkách je použito svislé dopravní značení P 4 „Dej přednost v jízdě“. Výpočet je zastaven v momentě, kdy ztrátový čas w dosáhne u nejpodřízenějšího dopravního proudu(ů) hodnoty 45s a úroveň kvality provozu (ÚKD) na tomto dopravním proudu(ech) je na stupni D.




Dispoziční uspořádání p. 3




Dispoziční uspořádání p. 2

Legenda:
io - intravilán (innerorts)
iBR – extravilán v aglomeraci (innerhalb von Ballungsräumen)
aBR – extravilán vně aglomerace (außerhalb von Ballungsräumen)

Rozdíl kapacity u průsečné křižovatky typu 3 je v intervalu 79 – 96 voz/hod, u typu 2 dokonce o něco méně: 60 – 80 voz/hod. Až na jednu výjimku (typ p.2 - 1:2:1:2/1:2:1) se jedná o pořadí: extravilán vně aglomerace  intravilán  extravilán v aglomeraci.

Důležitým výsledkem jsou nejen konkrétní číselné hodnoty, ale i fakt, že :

- u prostorné dispozice p3 je velmi malý vliv první tří zátěžových stavů, kapacita není tak „citlivá“ na poměry zatížení na rozdíl od sevřené dispozice p2,
- v praxi výjimečný poměr 1:2:1:2 ( s vyšším zatížením na vedlejších) vykazuje téměř stejnou kapacitu jako obvyklý 2:1:2:1, znamená to tedy, že dopravní rozlišení nemá podstatný význam,
- potvrzuje se jednoznačná nevýhoda nerovnoměrného zatížení 4:2:3:1., a významných levých odbočení.

**Vliv skladby**

Jedná se o jedno z velmi důležitých hledisek průsečných i okružních křižovatek. Ukážeme si jaký je rozdíl ve výkonnosti křižovatky, pokud by tento údaj nebyl k dispozici.

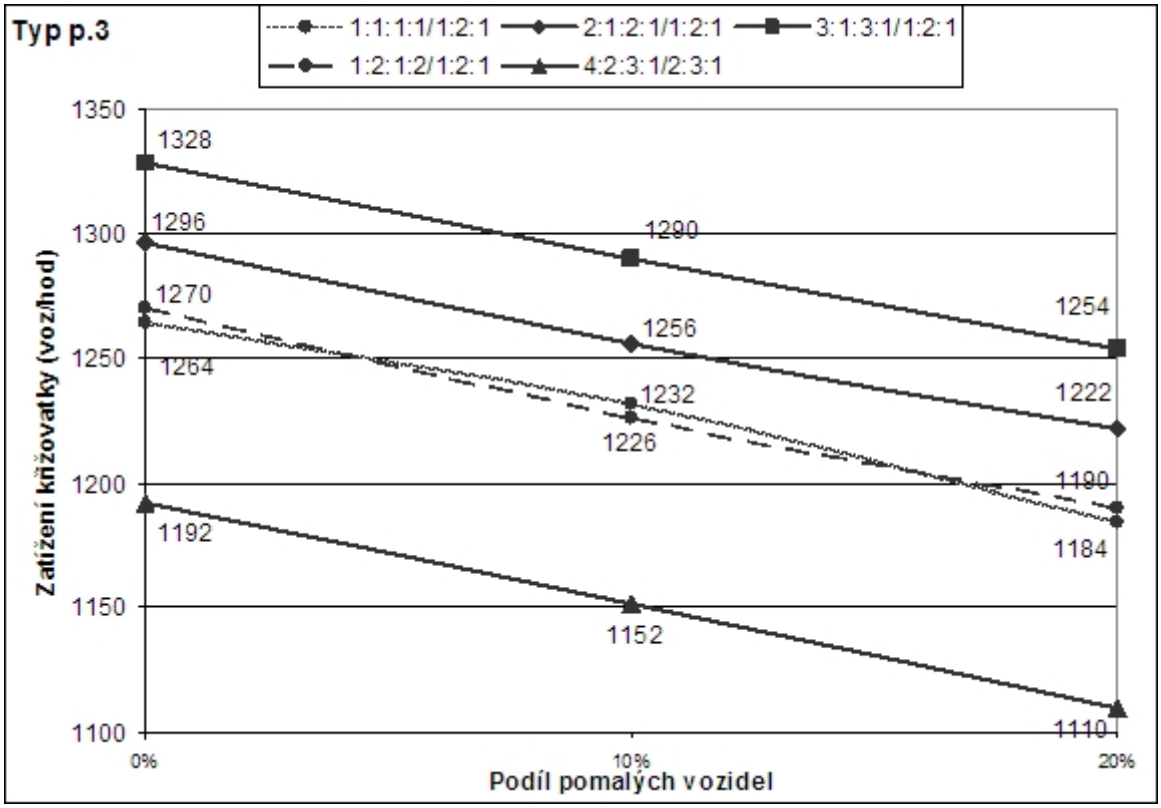
Metoda HBS nám v editačních dialozích / 5 /u neřízené i okružní křižovatky dává možnost volby skladby dopravního proudu. Máme možnost zadávat zatížení přímo dle typu dopravního prostředku (pouze u neřízené), a nebo si výpočet zjednodušit volbou koeficientu přepočtu na jednotková vozidla ( obdobně jako v revidované ČSN).

V našem případě si stanovíme procentuální podíl pomalých vozidel v dopravním proudu. Budeme uvažovat tři hodnoty skladby dopravního proudu, a to 0%,10% a 20% podíl pomalých vozidel.

Pro test použijeme typy dispozičního uspořádáních průsečných, okružních křižovatek tj.p3 a o3. Na

vedlejších komunikacích je u průsečné křižovatky použito dopravní značky P 4 „Dej přednost v jízdě“. Křižovatky se budou nacházet v intravilánu.

Výpočet je zastaven v okamžiku, kdy nejpodřízenější dopravní proud(y) nedosáhne ÚKD stupně D.

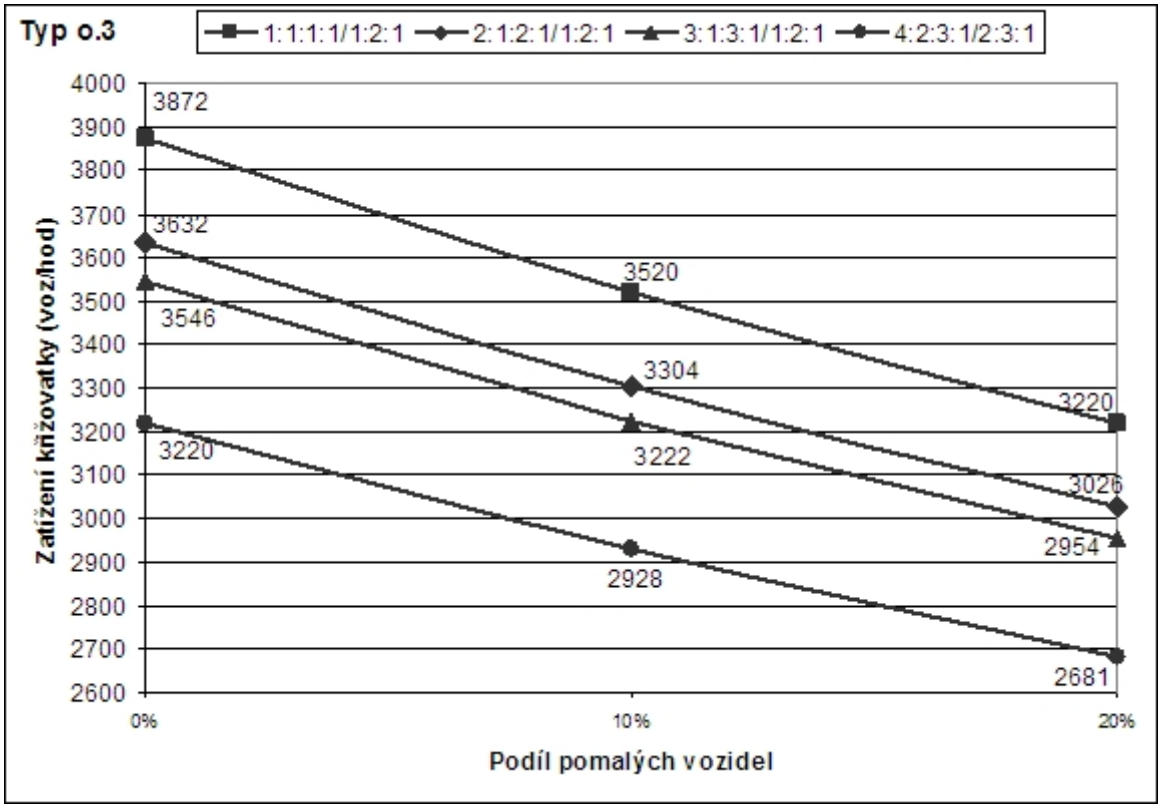



Typ p. 3

Tento typ křižovatky má téměř stejnou kapacitu pro symetrické zatížení a nestandardní 1:2:1:2. Ukazuje to, že kdybychom preferovali jako hlavní komunikaci tu, která je méně zatížená (např. z důvodu preference MHD) tak to příliš neovlivní kapacitu.

Naopak čím je nesymetričtější zatížení (4:2:3:1) s výrazným levým odbočením, tím je redukce kapacity výrazně nejnižší.

Jinak u tohoto typu křižovatky jsou rozdíly mezi 0% a 20% podílem pomalých vozidel, v průměru okolo hodnoty78 voz/hod. a závislost kapacity na podílu pomalých vozidel je u všech zatěžovacích stavů obdobná (sklony přímek).




Typ o. 3

U tohoto typu křižovatky (o.3) je nejen několikanásobně vyšší kapacita, ale i vyšší citlivost na skladbu (rozdíl mezi 0% a 20% podílem pomalých vozidel činí **v průměru 597** voz/hod).

**Vliv dopravního rozlišení**

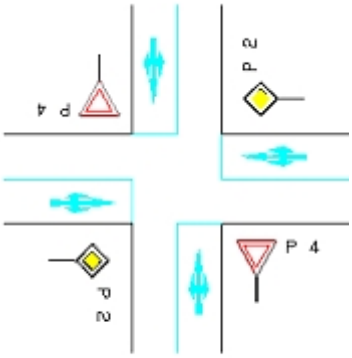
Na průsečných neřízených křižovatkách je uvažováno toto svislé dopravní rozlišení:

1. P 2 „Hlavní silnice“ na hlavní komunikaci
2. P 4 „Dej přednost v jízdě“ nebo P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě“ na vedlejší komunikaci

Prověříme, jak ovlivníme kapacitu křižovatky, pokud nerozlišíme na vedlejší komunikaci svislé dopravní značení.

Modelový stav : křižovatky budou umístěny v intravilánu, podíl pomalých vozidel bude 10%. Výpočet končí okamžikem, kdy na nejpodřízenějším dopravním proudu (proudech) je dosažen ÚKD stupně D (w=45s). Zde navíc použijeme dispoziční uspořádání p.1. a zátěžový stav s větší dominancí hlavního směru ( 3:1:3:1 ).

Pro úplnost sestavy úrovňových křižovatek uvedeme ještě zbývající typ p1




typ p. 1

Typ p. 1

| | Maximální zatížení průsečné křižovatky (voz/hod) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rozložení dopravního zatížení** | **1:1:1:1/1:2:1** | | | **2:1:2:1/1:2:1** | | | **3:1:3:1/1:2:1** | | |
| **Typ průsečné křižovatky** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** |
| P 4 "Dej přednost v jízdě" | 956 | 1076 | 1232 | 970 | 1142 | 1256 | 994 | 1196 | 1290 |
| P 6 "Stůj, dej přednost v jízdě" | 996 | 1136 | 1340 | 1000 | 1178 | 1328 | 1018 | 1218 | 1346 |

| | Zatížení průsečné křižovatky (voz/hod) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rozložení dopravního zatížení** | **1:2:1:2 / 1:2:1** | | | **4:2:3:1 / 2:3:1** | | |
| **Typ průsečné křižovatky** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** |
| P 4 "Dej přednost v jízdě" | 958 | 1042 | 1226 | 880 | 1020 | 1152 |
| P 6 "Stůj, dej přednost v jízdě" | 1032 | 1136 | 1406 | 892 | 1035 | 1205 |

Z přehledné tabulky jsou zřejmé některé závěry ( z nich některé i překvapivé) :

- rozlišení „stopkou“ přináší vyšší kapacitu,
- nejnižší přínos rozlišení je u nejsevřenějšího typu křižovatky p1,
- čím je dispozice křižovatky prostornější, s více pruhy, tím je vyšší přínos kapacity při povinném zastavení na vedlejších.

**Závěry, doporučení**

Celkově se dá konstatovat, že skutečné dopady zkoumaných vlivů na kapacitu jsou relativně nižší, než se očekávalo. Významným vlivem je kromě dispozice-typu křižovatky rovnoměrnost dopravních zátěží.

Číselně se kapacity pohybovaly od 882 do 1328 voz/hod. Pro takové rozpětí prokázané vlivy, snižující kapacitu cca o 100 voz/hod.mohou být v dopadu významné.

Podstatnější by však bylo zkreslení kapacity při několikanásobném chybném zavedení jednotlivých vlivů.

Relativně malý vliv dopravního rozlišení na kapacitu je naopak kompenzován podstatnějším přínosem pro bezpečnost silničního provozu.

Článek byl zpracován i za podpory VZ 04 Udržitelná výstavba MSM 6840770005

**Seznam použité literatury.**

/1/ P.Slabý,L.Bartoš,J.Martolos : Kapacita neřízené křižovatky-výběr metody posouzení, Silniční obzor 2/2005

/2/ HBS – Handbuch fur die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen, 2001
/3/ P.Slabý, M.Koukol, : Faktory ovlivňující kapacitu křižovatky, Silniční obzor 9/05
/4/ ČSN 736102 Projektování křižovatek – v revizi, Pragoprojekt,a.s., DHV CR s r.o. ,2005
/5/ Koukol M., Analýza metod výpočtu kapacity úrovňových křižovatek, diplomová práce, FD ČVUT Praha, 2005
/6/ Schnabel W, Korn J, Die Kapazität von Knotenpunkten nach dem HBS 2001 (Teil 2), Strassenverkehrstechnik 9. 2004


*© Observatoř bezpečnosti silničního provozu, www.czrso.cz*