

Zjišťování kapacity pozemních komunikací a návrhy na odstranění kongescí

Technické podmínky



MINISTERSTVO DOPRAVY A SPOJŮ ČESKÉ REPUBLIKY
ODBOR POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

ZJIŠŤOVÁNÍ KAPACITY POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ, A NÁVRHY NA ODSTRANĚNÍ KONGESCÍ



Schváleno MDS – OPK s účinností od 1. října 1999, č.j. 26567/99-120 ze dne 27. 8. 1999

OBSAH

ČÁST A – ÚVOD.....	5
1. PŘEDMLUVA	5
2. ZÁKLADNÍ USTANOVENÍ.....	5
2.1 Předmět TP 123	5
2.2 Platnost TP	5
2.3 Zjištění kapacity a hodnocení kvality dopravního proudu na pozemních komunikacích	6
2.4 Zásady dopravní prognózy	7
2.5 Vývoj názorů na kapacitu komunikací	7
ČÁST B – ZJIŠŤOVÁNÍ KAPACITY	8
1. ÚVODNÍ ČÁST A ZÁSADY UŽÍVÁNÍ	8
2. NÁZVOSLOVÍ A POUŽITÉ SYMBOLY	9
2.1 Výběrová šetření	9
2.2 Aplikovaná rozdělení pravděpodobnosti	10
2.3 Bezrozměrné statistiky	10
2.4 Dopravní proud	10
3. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY DOPRAVNÍHO PROUDU.....	11
3.1 Intenzita	11
3.1.1 Hodinové a denní úhrny	11
3.1.2 Skladba vozidel výběrového vzorku	12
3.1.3 Vypočtená intenzita	13
3.2 Průměrná rychlost vozidel	14
3.3 Hustota	14
3.4 Charakteristika „obsazenost“	14
3.5 Rovnice kontinuity	15
3.6 Rovnice kapacity	15
3.7 Odstupy mezi vozidly	15
3.8 Odvození provozních úrovní - charakteristik kvality provozu	16
3.8.1 Nezávislá veličina – hustota	16
3.8.2 Nezávislá veličina – obsazenost	16
4. APLIKACE ANALYTICKÝCH TECHNIK NA KAPACITNÍ ODHADY (VÝPOČTY) PŘÍMÝMI EMPIRICKÝMI METODAMI ...	16
4.1 Zjišťování odstupů	17
4.2 Zjišťování intenzit	18
4.2.1 Pozorované extrémy	18
4.2.2 Očekávané extrémy	19
4.3 Zjišťování intenzit a rychlostí	20
4.4 Zjišťování intenzit, rychlostí a hustoty	20
4.4.1 Přímý výběr pro okamžitý rozhodovací proces (s obsazeností)	21
4.4.2 Fundamentální diagram rovnice kontinuity (nalezení kritických mezí zhroucení do režimu III – kongesce)	21
4.4.3 Shrnutí ke kapitole 4. – analytické techniky kapacitních odhadů	22
4.5 Prvotní odhady z periodického sčítání v České republice	22
4.5.1 Zjišťování kapacity rychlostních komunikací	22
4.5.2 Silnice o dvou pruzích obousměrná	23
4.5.3 Silnice o více pruzích	24
4.5.4 Místní komunikace	24
ČÁST C – KONGESCE A JEJICH OMEZOVÁNÍ	33
1. PODMÍNKY NESTABILITY DOPRAVNÍHO PROUDU	33
1.1 Význam a podstata kongescí	33
1.1.1 Význam termínu kongesce	33
1.1.2 Podstata kongescí v městském a extravilánovém prostředí	33
1.2 Měření kongescí	34
1.2.1 Potřeba definování nebo měření kongescí	34
1.2.2 Definice a měření kongesce	34
1.2.2.1 Obecně	34
1.2.2.2 Makroekonomická hlediska pro harmonizaci měření silničních kongescí	35
1.2.2.3 Aplikace prováděných analýz dopravních podmínek	37
1.2.3 Kritická intenzita pro vznik kongescí	38
2. OMEZOVÁNÍ KONGESCÍ - POPTÁVKA / NABÍDKA	38
2.1 Úvod	38
2.2 Snižování dopravní poptávky po silniční dopravě	39

2.2.1 Strategie snížení poptávky.....	39
2.2.2 Vznik a rozdělení cest	41
2.2.3 Volba druhu dopravy	42
2.2.4 Volba trasy, prostorová a časová regulace dopravy.....	42
2.3 Opatření na straně zvýšení nabídky kapacity a plynulosti (přehled strategií)	43
3. STRATEGIE OMEZOVÁNÍ KONGESCÍ – PODROBNĚJŠÍ POPIS	44
3.1 Strategie snížení poptávky.....	44
3.1.1 Způsob využití území a územního plánování.....	44
3.1.2 Náhrada dopravy telekomunikací	45
3.1.3 Dopravní informační služby	46
3.1.4 Ekonomická opatření	46
3.1.5 Administrativní opatření	48
3.2 Strategie zvýšení nabídky	49
3.2.1 Výstavba nových dopravních zařízení.....	49
3.2.1.1 Hromadná doprava.....	49
3.2.1.2 Individuální doprava	49
3.2.2 Zlepšení řízení silniční dopravy.....	49
3.2.2.1 Řízení dálniční a silniční dopravy	49
3.2.2.2 Řízení vstupů a vjezdů	49
3.2.2.3 Dopravní informační systémy	49
3.2.2.4 Zlepšení dopravní signalizace.....	49
3.2.2.5 Systém řízení dopravy na dálnicích a komunikacích pro motorová vozidla	49
3.2.2.6 Řízení nehod a mimořádných událostí	50
3.2.2.7 Kontrola dopravy při výstavbě a přestavbě.....	50
3.2.2.8 Změna směru jízdy v jízdních pruzích	50
3.2.3 Vytváření preferencí v dopravě	51
3.2.4 Provozování hromadné dopravy	53
3.2.4.1 Popis opatření.....	53
3.2.4.2 Zásady a účinky	53
3.2.4.3 Aplikace opatření	53
3.2.4.4 Zodpovědnost za zavádění	53
3.2.4.5 Účinnost.....	53
3.2.4.6 Speciální problémy	53
3.2.4.7 Příklady praktických aplikací	54
3.2.5 Přeprava zboží, zásobování (nákladní doprava).....	54
3.2.5.1 Popis opatření.....	54
3.2.5.2 Zásady a účinky	55
3.2.5.3 Aplikace opatření	55
3.2.5.4 Zodpovědnost za zavádění	56
3.2.5.5 Účinnost.....	56
3.2.5.6 Speciální problémy	56
3.2.5.7 Příklady praktických aplikací	56
4. VYTVÁŘENÍ PROGRAMŮ PRO OMEZOVÁNÍ KONGESCÍ.....	57
4.1 Všeobecně.....	57
4.2 Omezování kongescí jako součást dopravní politiky.....	57
4.2.1 Úvod.....	57
4.2.2 Bezpečnost silniční dopravy	57
4.2.3 Vliv snižování dopravních výkonů vozidel na životní prostředí.....	57
4.2.4 Územní plánování.....	58
4.2.5 Perspektivy řešení	58
4.3 Zavádění programů	58
4.4 Klíčové podmínky pro účinnost programů.....	59
4.4.1 Význam plánování a rozvinutí programů	59
4.4.2 Finanční a ekonomické faktory	59
4.4.3 Organizační a institucionální hlediska	59
4.4.4 Právní a omezující podmínky	59
4.4.5 Vývoj dopravní politiky.....	60
4.4.6 Sociální hlediska.....	60
4.5 Příklady úspěšné praxe	60
5. BUDOUCNOST OMEZOVÁNÍ KONGESCÍ.....	62
5.1 Dopravní nároky v blízké budoucnosti.....	62
5.2 Politika umožňující budoucí řešení.....	63
5.2.1 Rozšiřování infrastruktury	63
5.2.2 Ochrana životního prostředí.....	63
5.2.3 Ekonomická opatření	63
5.2.4 Nákladní doprava	63

5.2.5 Využití území	63
5.3 Nové technologie	63
5.4 Politika trvalé udržitelného rozvoje	64
6. SHRNUÍ POLITIKY OMEZOVÁNÍ KONGESCÍ, ZÁVĚRY	64
ČÁST D – MODELOVACÍ TECHNIKY	65
1. MODELOVÁNÍ DOPRAVNÍ POPTÁVKY	65
1.1 Čtyřstupňový přístup k tvorbě dopravní poptávky	65
1.1.1 Tvorba cest (určení objemu dopravy)	65
1.1.2 Rozdělení cest (určení mezioblastních vztahů)	66
1.1.3 Dělbá přepravní práce	66
1.1.4 Přidělení mezioblastních vztahů (cest, jízd) na síť	66
1.1.5 Zhodnocení přístupu	66
1.1.6 Schéma postupu	66
1.2 Mikroekonomický přístup k volbě cesty	67
2. TYPY A ROZDĚLENÍ SIMULAČNÍCH MODELŮ	68
2.1 Modely tvorby cest	68
2.2 Modely rozdělení cest	68
2.3 Modely dělby cest	68
2.4 Zjednodušené modely dopravní poptávky	68
3. POUŽÍVANÉ MODELOVACÍ PROGRAMY	68
3.1 AUTO	68
3.2 PTV VISION	68
3.3 Další programy	69
ČÁST E – PŘEDPISY A LITERATURA	70
1. SOUVISEJÍCÍ ČESKÉ NORMY A PŘEDPISY	70
2. SEZNAM LITERATURY	70
3. OSTATNÍ PRÁCE	71
PŘÍLOHA Č. 1 – VÝBĚROVÝ PLÁN	72
1. ÚČEL MĚŘENÍ	72
2. VÝBĚR MÍSTA PRO MĚŘENÍ	72
3. VLASTNÍ MĚŘENÍ	72
4. PODMÍNKY	73
5. PROTOKOL O MĚŘENÍ	73
PŘÍLOHA Č. 2 - PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ	75
1. ÚVOD	75
2. PŘEHLED ZAŘÍZENÍ	75
2.1 Ruční záznam	75
2.2 Ruční záznamové přístroje	75
2.2.1 hc8 elektronický ruční systém pro sběr dat	75
2.2.2 Elektronický ruční systém pro sběr dat v profilu nebo křižovatkových pohybu	75
2.3 Automatický záznam dat snímaných přejezdem hadice	76
2.3.1 Nu-metrics	76
2.3.2 LACROIX	76
2.3.3 Peek Traffic	76
2.3.4 Golden River	76
2.4 Záznam dat pomocí magnetické detekce vozidel	77
2.5 Záznam pomocí indukčních smyček	77
2.5.1 Marksman 660	77
2.5.2 Peek Traffic	77
2.5.3 Využití stávajících zabudovaných indukčních smyček	77
2.6 Záznam pomocí videokamery, následné vyhodnocení záznamu	77
2.6.1 Video Track	77
2.6.2 Rockwell	77
2.6.3 Autosense	78
2.6.4 OMRON	78
2.6.5 IN – SIGHT	78
2.6.6 TOC	78
2.6.7 AUTOSCOPE	78
2.6.8 Mobilizer	78
2.6.9 Traficon	79

OBSAH

2.6.10 Mobilní zařízení pro sledování dopravního proudu „TELEMAT TD“	79
2.7. Radarová technologie záznamu.....	83
2.7.1 Eis Electronic Integrated Systems Inc.....	83
2.7.2 THOMSON-CSF	84
2.8. Plovoucí vozidlo vybavené GPS	84

Seznam obrázků

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
11.	25
12.	25
13.	26
14.	27
15.	28
16.	28
17.	29
18.	30
19.	30
20.	31



ÚVOD

1. PŘEDMLUVA

Ministerstvo dopravy a spojů ČR má v oblasti pozemních komunikací hlavní rozvojový záměr modernizaci silniční sítě při preferenci údržby a oprav stávající dálniční a silniční sítě před novou výstavbou [lit. 21]. Na tento záměr navázal v **oblasti vědy a výzkumu** také konkrétní projekt (č. S 101/120/602) s cílem vydat r. 1999 technické podmínky „**Zjišťování kapacity pozemních komunikací a návrhy na odstranění kongescí**“.

V současnosti v České republice slouží silniční dopravě 55 503 km státních pozemních komunikací, z toho:

- 485 km dálnic
- 6 153 km silnic I. třídy
- 14 619 km silnic II. třídy
- 34 246 km silnic III. třídy

Hustotou silnic 0,70 km/km² se řadí Česká republika na jedno z předních míst v Evropě [lit. 21].

Dle sborníku ECMT [Paris 1995 - lit. 1] patří k hlavním úkolům i **soustavné zjišťování úseků s kongescemi a jejich odbytí**. Výsledky sledování jsou nezbytnou oporou účinných rozhodnutí modernizace silniční sítě členských zemí ECMT (Evropské konference ministrů dopravy).

Vydeme-li z tabulky průměrných denních intenzit českých dálničních úseků [lit. 21], můžeme tvrdit, že:

- nejméně 6 uvedených dálničních úseků má špičkový provoz roku 1997 v počínajících kongesčních podmínkách
- u všech dvoupruhů, kde odhad roční průměrné intenzity **RPDI₁₉₉₇ > 10 000 v oz/den**, můžeme očekávat sezónní stav, který ve sborníku je popsán „... dochází k častým dopravním obtížím na dosavadních hlavních dvoupruhových silnicích...“
- v důsledku „třířezimových provozních stavů“, jsou tabelované odhady vysokých intenzit zatíženy systematickým vlivem metod odhadu, protože úseky s kongescemi mají jiné provozní podmínky a skutečný **RPDI** bude ještě vyšší.

„Dopravní politika ČR“, přijatá 17. 6. 1998, jednoznačně upozorňuje na:

- narůstající objemy individuální automobilové dopravy
- nesoulad modernizace dopravních sítí a výstavby nových kapacit s růstem intenzit v silniční dopravě, narůstající kongesce a závaly
- další zhoršování technického stavu a nevyhovující kvalitu dopravní infrastruktury
- nutnost zabezpečit funkčnost a spolehlivost dopravní infrastruktury
- potřebu zajištění nabídky nových kapacit v souladu s poptávkou.

Přitom „Dopravní politika ČR“ stanovuje nástroje:

- regulační, pobídkové, organizační a technická opatření

- vymezení odpovědnosti mezi jednotlivými subjekty dopravního procesu
- zvýšení odpovědnosti za bezpečnost a spolehlivost dopravy
- zabezpečení důležitých dopravních výkonů a funkčnosti dopravního systému.

Cílem „Dopravní politiky ČR“ je:

- snížit velmi rychlý růstový trend individuální dopravy na žádoucí úroveň
- zabránit neřádnému zahuštění dopravní infrastruktury
- zabezpečit soulad zvyšování kapacit infrastruktury s výrazným nárůstem intenzit silničního provozu s cílem omezit kongesce
- zabránit dopravnímu kolapsu na některých tazích a v atraktivních aglomeracích
- odstranit kritická místa zaviňující kongesce.

Tyto technické podmínky jsou příspěvkem k naplnění těchto cílů. Zjišťování podmínek dopravního proudu je prioritní předpoklad aplikace komplexních nástrojů na vyrovnání nabídky a poptávky. Firma **CityPlan** ve spolupráci s firmou SIEMENS otestovala zařízení ke zjišťování podmínek na komunikacích s nepřerušovaným dopravním proudem i na komunikacích s přerušovaným dopravním proudem. **TP** odstraňují nesrovnalosti minulých přístupů. Navazují i na nové pojetí HCM 1997 [lit. 4] a postup zpracování zjištěných výsledků, který je v nich předkládán, byl nazván „**Třířezimový model dopravního proudu**“.

2. ZÁKLADNÍ USTANOVENÍ

2.1 PŘEDMĚT TP 123

TP řeší tři základní problémové okruhy:

- způsoby zjišťování kapacity provozovaných komunikací
- formulování problému kongesce a její kvantifikace na podkladě zjištění
- návrhy opatření vedoucích k odstranění kongescí

Takový přístup vyžaduje též:

- vysvětlení řady pojmů v oblasti teorie dopravního proudu
- vysvětlení způsobu měření základních charakteristik dopravního proudu
- vysvětlení k vyhodnocení získaného souboru dat včetně aplikace matematické statistiky

Technické podmínky nenahrazují platné normy pro navrhování úseků nových komunikací, tedy ČSN 73 6101, ČSN 73 6102, ČSN 73 6110; při jejich revizi však mají být nové poznatky zohledněny.

2.2 PLATNOST TP

TP platí pro dálnice, silnice včetně jejich průjezdů úseků obcemi a místní komunikace. **TP** jsou určeny silničním správním úřadům, správcům, investorům, projektantům, dopravním úřadům, dopravním inženýrům a všem dalším zájemcům a odborníkům.

TP se používají:

- ❑ pro zadávání způsobu zjišťování kapacity stávajících komunikací, t.j. způsob měření základních charakteristik dopravního proudu a z nich odvození třech provozních stavů - bezkongesčních, nestabilních a kongesčních.
- ❑ k hodnocení dostatečnosti či nedostatečnosti současného stavu provozu na pozemních komunikacích, z toho plynoucích rizik a k eliminaci kongescí automobilů.
- ❑ pro vytváření objektivních podkladů k vyvážené dopravní politice resortu dopravy a k omezování vzniku kongescí na síti pozemních komunikací uplatňováním:
 - ⇒ politiky snižování dopravní poptávky
 - ⇒ politiky zvyšování dopravní nabídky.

Při výkonu vlastnických práv a státního dozoru se doporučuje postupovat podle těchto technických podmínek, v optimálním vzájemném poměru s využitím nástrojů legislativních, metodických a finanční podpory zejména v následujících případech:

- ❑ připojování pozemních komunikací a přilehlých nemovitostí
- ❑ zabezpečení plynulé sjízdnosti všech prvků dopravního systému
- ❑ zjišťování příčin a rozsahu závad v plynulé sjízdnosti
- ❑ zabezpečení aktuální informace o podmínkách dopravního proudu, dopravní poptávce a rozsahu provozních ztrát vlivem kongescí, v rámci systému hospodaření s pozemními komunikacemi
- ❑ provádění hlavních a mimořádných prohlídek (měření) s cílem zjištění:
 - ⇒ provozní úrovně prvků dopravního systému
 - ⇒ kapacitních rezerv prvků dopravního systému
 - ⇒ příčin vzniku a zjištění rozsahu kongescí
 - ⇒ opatření vedoucích k omezení rušení dopravního proudu a zvýšení jeho plynulosti

Mimořádnou prohlídku (měření, zjišťování) provádí správce komunikace

- ❑ před povolením výrazné změny dopravního zatížení (objížďka, uzavírka, akce, připojení nové aktivity)
- ❑ po zjištění výrazné změny dopravního zatížení
- ❑ pro návrh opatření vedoucích ke zvýšení plynulosti dopravního proudu a kapacity měřeného úseku.

Zjištění kapacity a hodnocení kvality dopravního proudu zajišťuje správce pozemní komunikace

- ❑ pro zajištění potřebné výkonnosti a podmínek pro plynulý průjezd dopravních proudů:
- ❑ v současných podmínkách dopravních špiček
 - ⇒ ke kalibraci dopravního modelu na dopravní prognózu a nelineární změny ve výhledovém období
 - ⇒ při posuzování a schvalování výstavby nebo přestavby dopravních zařízení, změny organizace dopravy nebo připojení nových aktivit zvyšujících dopravní poptávku
 - ⇒ při posuzování vlivu prvků dopravního systému na plynulost provozu v dotčené části komunikační sítě (rozpoznání poruch v rozhodovacích „šablonách“ automatických systémů regulace dopravy)
 - ⇒ při navrhování nebo schvalování dalších opatření k zajištění bezpečnosti a plynulosti provozu

Zjišťování kapacity a hodnocení kvality dopravního proudu se provádí v období s tanoveném výběrovým plánem (obvykle období dopravní špičky, zhoršené provozní podmínky nebo také odchylné klimatické podmínky). Měření a vyhodnocení se provádí podle TP. O měřeních se zpracovává protokol, který se archivuje u správce komunikace.

2.3 ZJIŠTĚNÍ KAPACITY A HODNOCENÍ KVALITY DOPRAVNÍHO PROUDU NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH

Pojmem **kvalita dopravy** se rozumí celkové hodnocení kvality dopravního proudu. V TP jsou shrnuty zkušenosti a postupy z různých osvědčených směrnic a teoretické literatury, zabývající se výkonností, kapacitou a kvalitou dopravního proudu za různých podmínek, včetně vzniku kongescí. Po zvážení zkušeností z řady obdobných prací, zejména amerického HCM a německé směrnice obdobného zaměření, bylo přijato šestistupňové rozdělení úrovně kvality dopravy včetně vybraných kvalitativních kritérií.

TP vychází z postupů a názvosloví užitých v HCM, který je pravidelně revidován, poslední revize proběhla v roce 1997. Pojem LOS - Level of Service byl převzat do řady evropských směrnic, naposled i do německé. Ověřovací měření v českých podmínkách proběhla v letech 1997 a 1998. Šestistupňový koncept úrovně kvality dopravy byl důsledně uplatněn pro všechny hodnocené situace. Následující tabulka ukazuje vztah přípustného dopravního zatížení k jednotlivým úrovním kvality dopravního proudu.

Úroveň kvality	Klasifikace	Měřítka kvality dopravy	Dopravní zatížení
A	velmi dobrá	$\geq MKD_A$	$\leq \text{přip } Q_A$
B	dobrá	$\geq MKD_B$	$\leq \text{přip } Q_B$
C	uspokojivá	$\geq MKD_C$	$\leq \text{přip } Q_C$
D	dostatečná	$\geq MKD_D$	$\leq \text{přip } Q_D$
E	nestabilní	$\geq MKD_E$	$\leq \text{přip } Q_E$
F	kolaps, kongesce	$< MKD_E$	kongesce delší 5 minut

Měřítka kvality dopravy je rozdílné pro různé segmenty dopravního systému a je vždy reprezentováno dopravním zatížením. Vhodná kvalitativní kritéria se

však pro různé segmenty liší. V následující tabulce jsou uvedena kvalitativní kritéria pro jednotlivé typické prvky dopravního systému.

Prvek dopravního systému	MKD	označení a jednotka
Dálniční mezikřižovatkové úseky	Cestovní (jízdní) rychlost	V_C (km/hod)
Průpletové úseky a připojení ramp	Dopravní zatížení průpletu	q_m (voz/hod/průplet)
Dvoupruhové komunikace	Cestovní (jízdní) rychlost	V_C (km/hod)
Dopravně významné komunikace	Cestovní (jízdní) rychlost	V_C (km/hod)
Světelně řízené křižovatky	Zdržení, počet zastavení	t_{ZDR} (sec), s (počet)
Neřízené křižovatky	Zdržení	t_{ZDR} (sec, minut)
Okružní křižovatky	Zdržení	t_{ZDR} (sec, minut)

Se zvyšujícím se dopravním zatížením klesá kvalita dopravy. Když se intenzity blíží kapacitě komunikace, poptávka dosahuje nebo převyšuje nabídku, dopravní proud se stává nestabilním a hroutí se.

2.4 ZÁSADY DOPRAVNÍ PROGNÓZY

Návrhové charakteristiky se odvozují jako prognóza, vycházející ze sledování současného stavu. Jsou dvě základní prognostické metody: trendová prognóza a modelová prognóza.

Prognóza pomocí modelování je nezbytná tehdy, kdy je dopravní zařízení nově navrhováno, nebo když dochází k významným změnám v struktuře dopravy, struktuře komunikační sítě, očekávaným změnám socioekonomických hodnot využití území a je založena na předvídání celkového vývoje, který je aplikován na dané území a jeho komunikační síť. Jedná se o změny:

- vyvolané vybudováním nové spojnice, nové kapacity nebo nové kvality (nabídka)
- promítající se do dělby mezi jednotlivými druhy dopravy (změna nabídky vyvolá změnu poptávky)
- ve stupni motorizace, automobilizace, dopravního chování obyvatel (poptávka)
- socioekonomických ukazatelů území (počet bydlících, pracovních příležitostí a dalších kapacit) – (změny v poptávce)
- v charakteristickém rozdělení mezi pracovním dnem, víkendovým provozem a sezónním provozem (změny v poptávce).

2.5 VÝVOJ NÁZORŮ NA KAPACITU KOMUNIKACÍ

Kapacita $..._{KAP} Q$ [voz/hod] je největší počet prvků dopravního proudu (os. vozidel), které za jednu hodinu mohou projet stanoveným úsekem za ideálních podmínek. Hodinové intenzity limitované kapacitou jsou dále závislé na podílu nákladních vozidel v dopravním proudu, na schopnostech řidičů, na povětrnostních podmínkách, na podmínkách sjízdnosti a ve významné míře na neproměnných i proměnných parametrech pozemní komunikace. Tuto závislost lze zjistit výběrovým šetřením v dané oblasti.

Závislosti rychlosti a intenzity jsou sledovány již více než 60 let a je třeba konstatovat, že v nich dochází k soustavným změnám jak vývojem automobilů, tak zdokonalováním měřicích zařízení. Od základních teorií Greenshieldse z čtyřicátých let přes HCM 1950, HCM 1985, HCM 1993 – 1994, HCM 1997 k HCM 2000, kde je možné sledovat nárůst kapacity.

Protože se podmínky zjišťují měřením na posloupnosti časových intervalů konstantního rozpětí T [sec], je důležitá teoretická aplikace regresní analýzy získaných **intervalových** (\Rightarrow **úsekových**) **časových řad** v trojrozměrném prostoru.

Podle teorie závisí kapacita komunikace na charakteristikách obsazenosti $O_T = (T_{ANO}/T) \times 100$ [%], rychlost \bar{V}_T [km/hod] a na podmínce $T_{ANO} + T_{NE} = T$, kde T_{ANO} je úhrn času vozidel a T_{NE} úhrn času mezer v intervalu délky T . Je-li podmínka $\frac{T_{ANO}}{T} + \frac{T_{NE}}{T} = 1$

jednoznačná pro úhrny vozidel i_{a_T} v každém i -tém intervalu T , musí platit podmínka nerovnosti průměrných časů vozidel a mezer $T \bar{t}_{ANO} < T \bar{t}_{NE}$, která znamená existenci kritické střední hodnoty

$$E(O) = \left(\frac{a_T \times T_{ANO}}{T} \right) \times 100 \dots [\%] \text{ při které dojde}$$

ke zhroutení rychlosti do závislosti na hustotě provozu - na obsazenosti.

I když je nadále respektován koncept stanovení provozních úrovní, nové poznatky a měření určují **prioritu kvality provozu, t.j. rozpoznání poruch v plynulosti dopravního proudu**. A to v podmínkách:

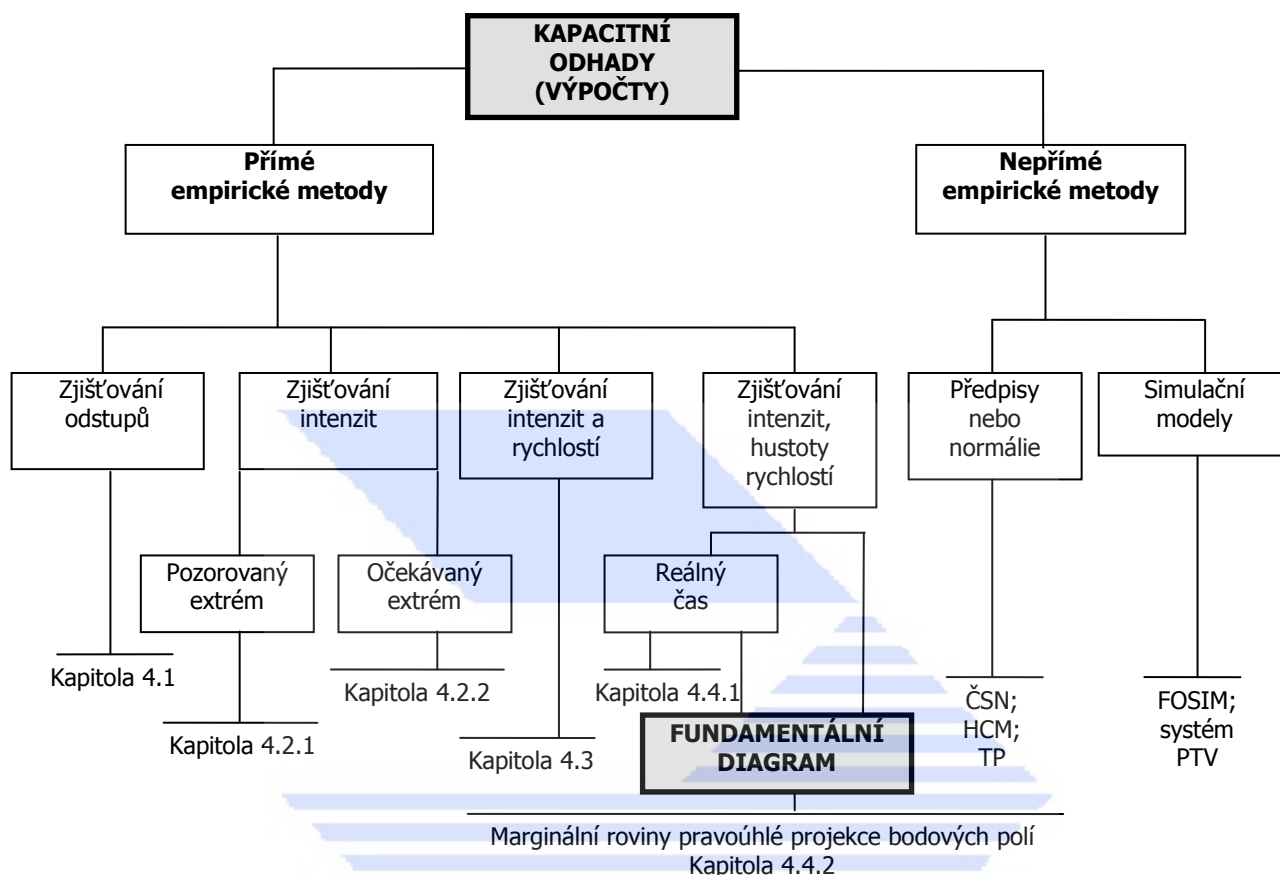
- ☐ nerušeného provozu
- ☐ nestability
- ☐ kongesčních

Vzhledem ke skutečnosti, že se vozový park (případně schopnosti řidičů) nadále zlepšují a že přibývá pomůcek pro řidiče instalovaných ve vozidle, lze očekávat po roce 2000 za ideálních podmínek zvýšení kapacity až na 2 400 osobních vozidel / hodinu / pruh ... [os. voz/hod/pruh]. S kladba vozidel v dopravním proudu je významným faktorem, který snižuje průměrnou rychlost dopravního proudu.

ZJIŠŤOVÁNÍ KAPACITY PK

1. ÚVODNÍ ČÁST A ZÁSADY UŽÍVÁNÍ

Pojem „Zjišťování“ je rozložen holandskými odbornými autoritami [lit. 10] podle ekvivalence vědeckých oborů statistika \Leftrightarrow matematika \Leftrightarrow fyzika následně:



Aplikovaný postup v **Technických podmínkách 123** (dále TP) se zaměřuje na **přímé empirické metody**. Způsob zpracování naměřených nebo pozorovaných dat o automobilovém provozu úseků komunikační sítě České republiky je popsán v uvedených kapitolách a každá kapitola (4) má stejnou osnovu: a) postup; b) vyhodnocení a eventuelní příklad; c) závěr.

Závěry učiněné z vyhodnocených výsledků „výběrového šetření“ matematicko-statistickými metodami jsou nejobjektivnější. V praktickém užití pro smluvní vztah nebo pracovní příkaz na provedení „výběrového šetření“ poslouží TP k sestavení „**Výběrových plánů**“ - **závazné nabídky předkládané zadavateli**. Bez „**Výběrových plánů**“ by nemělo být zadáno a prováděno žádné výběrové šetření.

Podrobnější rozvedení některých pojmů, postupů nebo podmínek obsahují předpisy, normy a literatura uvedená v části E. Také je nutno uvést, že manuály HCM 1994 a HCM 1997 [lit. 3, 4] byly oporami předkládaných T. P. J. součástí z ejména pojmy „**provozní úroveň**“ v místě výběrového šetření a „**fundamentální diagram**“ jako numericko-grafické zobrazení průmětů **bodových polí** elementárních výsledků výběrového šetření.

Komentář z důvodů požadavků na stručnost není samostatně zpracován. Přehled podávaných zpráv s příklady, závěrečných zpráv zpracovatele TP 123 a přehled odborné literatury jsou připojeny včetně odvolávek v textu.

V úvodní kapitole není možné opomenout základní nástroj pro provádění numericko-grafických výpočtů v dopravně inženýrské praxi. Shromáždění a prezentace dat včetně jejich analýzy v tabulkovém či grafickém uspořádání bez výpočetní techniky je nemyslitelná. (Jedním z moderních a velice výkonných nástrojů je tabulkový procesor s názvem Excel firmy Microsoft. Funguje na PC pod Windows a má i jiné cesty převodů. Je uváděn proto, že většina automatických záznamů má přímý výstup v Excelu.)

Připomínky uživatelů TP na zestručnění byly akceptovány s odůvodněním, že „Nápovědy“ programů pro vědní obory matematika, fyzika a statistika obsahují výklad, návody postupů i kritické podmínky „testů“ užitých hypotéz.

2. NÁZVOSLOVÍ A POUŽITÉ SYMBOLY

TP 123 vychází ze zadávacích podmínek projektu Ministerstva dopravy a spojů České republiky, z ČSN 73 6100 „Názvosloví silničních komunikací“ - (převážně I. až IV. části normy), zejména pak z ČSN 01 0250 „Statistické metody v průmyslové praxi“ - (Všeobecné základy) a z ostatních souvisejících českých norem či jejich komentářů. V souboru norem lze nalézt nejen

2.1 VÝBĚROVÁ ŠETŘENÍ

$N; N_H = 24 * N_D$ [8760 hodin = 365 dnů]

$n_H; n_D$ [hodiny, dny]

T [sec, min]

$A = B + C$ [voz]

$1 = B/A + C/A$

$(RPDI)_A = (RPDI)_B + (RPDI)_C$

$(RPDI)_A = A/365$ [voz/24hod]

$\bar{x}; E(.)$

$E(^AQ) = E(^BQ) + E(^CQ)$

$V; v_i; E(v_i)$ [km/hod]

$K; k_i; E(k_i)$ [voz/km]

$Q; q_i; E(q_i); E(^TQ)$ [voz/hod]

$_{24}Q; _{16}Q; E(_{16}Q)$ [voz/24h; voz/16h]

$O; o_i; E(o_i)$ [%]

podrobnější výklad základních matematicko-statistických pojmů, ale především způsob zpracování naměřených nebo pozorovaných dat. Z nich a také z HCM [lit. 2, 3, 4] vyplývá praktická výhoda aplikace „bezrozměrných statistik“, kde měřírou bude parametr úseku:

Roční Průměr Denních Intenzit

RPDI...[voz/24hod].

Rozsah z ákladního s ouboru nebo **statistického souboru** vyšetřovaného úseku komunikační sítě v **základních jednotkách**

Rozsah výběrových souborů v základních jednotkách podle podmínek výběrových plánů.

Rozsah dílčího elementárního výběru na i-tém intervalu bude vždy roven T a proto o dílčích úhrnech $a_i = b_i + c_i$ platí stejné podmínky na každém výběrovém intervalu, tj. všechna $\text{voz.}(\tau a_i) = \text{osobní voz.}(\tau c_i) + \text{ostatní voz.}(\tau b_i)$.

Konečné úhrny zjištěné (tedy i odhadované) na celém rozsahu základních jednotek N (hodin) či N_D (dnů) a jejich

Bezrozměrná charakteristika - **poměrová skladba vozidel**

Roční Průměr Denních Intenzit - název ČSN

Parametr základního souboru ve všech seskupeních, tj. $A = B + C$. Indexy A, B, C či a, b, c mají stejný význam. Aplikují se velká písmena pro základní jednotky hodina nebo den, malá písmena pro elementární výběry s $T < 60$ minut (anglický ekvivalent **AADT** - Annual Average Daily Traffic)

Symboly značící obecně průměr nebo první centrální moment symbolem střední hodnoty $E(.)$

Je podmínka o středních hodnotách či průměrech výběrových šetření, z nichž budou odvozeny protějšky \Rightarrow **RPDI** [vozidel/24hod] nebo **1/24 * R PDI** [vozidel/hod].

Rychlost vozidel v dopravním proudu

Hustota vozidel v dopravním proudu

Závislá veličina na podmínkách v dopravním proudu
Hodinový úhrn (Volume) a intenzita (Rate of Flow) na i-tém intervalu s $T < 60$ min. Pro intenzitu buď rovnice $E(q_i) = E(v_i) * E(k_i)$ nebo $_{\tau}q_i = _{\tau}a_i * (3600/T)$.

Intenzita celodenní; intenzita denní; např. výběrový průměr v rozsahu n_d [dnů] s rozpětím $06 \div 22$ hodiny

Obsazenost - ekvivalent hustoty silničního provozu - statistika odvozená z výběrových šetření dopravního proudu na měřeném úseku.

(Důkaz nezávislosti hustoty $E(k_i)$. Charakterizuje **poměrnou hustotu vozidel** ve směru proudu. Pro $T < 60$ minut je poměrem časů $100(T_{ANO} / T) = E(o_i)$ a je výstupem z měřicího zařízení. - index ANO - časová charakteristika vozidel; index NE - časová charakteristika mezer.)

2.2 APLIKOVANÁ ROZDĚLENÍ PRAVDĚPODOBNOSTI

$F(\cdot); f(\cdot)$	Obecně distribuční funkce; obecně hustota, pravděpodobnosti nebo určitá funkce.
$N(0;1)$	Normované normální rozdělení
$F(\lambda); f(\lambda)$	Funkce Exponenciálního rozdělení s parametrem λ
$F(\alpha); f(\alpha)$	Funkce Pearsonova rozdělení III s parametrem šikmosti $\pm \alpha$. Při $\alpha \equiv 0$ přejde na normální rozdělení.
$F(P_A; P_N); f(p_A; p_N)$	Funkce Alternativního rozdělení jevů „Ano“ či 1; „Ne“ či 0
$P; p_i$	Poměrná četnost nebo pravděpodobnost hromadného jevu v základním, statistickém nebo výběrovém souboru.

2.3 BEZROZMĚRNÉ STATISTIKY

$E_D(P) = 1/7 = 0,14286$	Parametr roviny, na které lze vzájemně porovnat posuzované úseky podle pravděpodobností jako funkce každodenního hromadného jevu „všechna vozidla“ či „osobní vozidla“ v průběhu týdne
$D_\mu = 1$	Parametr „ jedničkové roviny “ ke kterému bude konvergovat přesnost odhadu (RPDI), platí-li $D_A / [(RPDI) \times D_N] \cong 1$. K rovině lze porovnat nejen podíl kteréhokoliv dne, ale i více úseků s různými parametry RPDI.
$E_H(P) = D_\mu / 24 = 1/24 \cong 0,042$	Pro kterýkoliv úsek platí stejný bezrozměrný parametr. V celém rozsah $N_H = 8760$ hodin budou pravděpodobnosti v mezích $0 < \min_H P < E_H(P) = 0,042 < P_{50} < \max_H P \leq 0,15$. Jestliže je horní mez překročena, jde o statisticky významný „ sezónní vliv “ nebo „ víkendový vliv “ a úsek vyžaduje analýzu systematického ovlivnění.

2.4 DOPRAVNÍ PROUD

Pro regresní rozklad zvolen numericko-grafický postup v trojrozměrném prostoru. Marginální rozdělení se zobrazí právě při nezávislosti věrohodně na průmětnách Fundamentálního diagramu $Q;V$ a $Q;K$ s	podmínkami aplikace rovnice kontinuity pro dopravní proud v bodových polích elementárních výběrů délky T .
$\tau E(q) = \tau E(v) * \tau E(k)$ [voz/hod]	Rovnice kontinuity elementárních podmínek na posloupnostech „ časové intervaly “ se zvolenou délkou intervalu $T \in (1 \text{ minuta} \div 15 \text{ minut})$.
$Q = 3600 \times \tau E(v/L)$ [voz/hod]	Rovnice kapacity, kde rychlost v má rozměr m/sec a odstup L má rozměr m. Např. zařízení „Telemat TD – SIEMENS“ umožňuje výpočet $\tau E(v/L)$.
$L = L_0 + L_M$ [m]	Odstup dvou vozidel; L_0 =délka vozidla; L_M =délka mezery
V_R [km/hod]	Referenční rychlost, která je pro úsek stanovena. Většinou se zjistí, že „ soubor řidičů “ na vyšetřovaném úseku má střední hodnotu rychlosti pod stanovenou mezí.
$\sup Q; \max Q; \min Q; \inf Q$ [voz/hod]	Intenzity posuzovaného úseku jsou teoretické odhady (všechna vozidla), které byly odvozeny z regresní analýzy jako supremum (infimum) nebo jiná kritická mez základního souboru. Např. příp. A ... [os.voz/hod/pruh] pro provozní úroveň A a 15 minutový interval.
${}_{\tau}E(y_i) = \tau E(k_i) / {}_jK$ [$0 < y_i \leq 1$]	Transformace parametrem hustoty dopravního proudu ${}_jK$ [voz/km] - angl. ekv. jam density.

Poznámka: Barevné obrázky 11 až 20 jsou umístěny za částí B od strany 25.

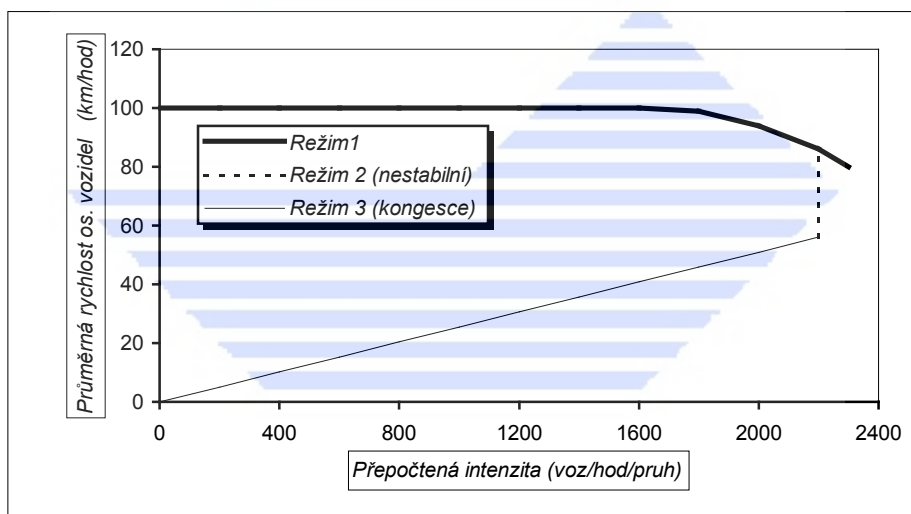
3. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY DOPRAVNÍHO PROUDU

TP 123 pojednávají hlavně o **dopravním proudu vozidel** podle ČSN 73 6100, t.j. o **sledu všech vozidel p ohybujících se v j ednom p ruhu z a sebou týmž jízdním směrem**, přestože při více pružích pro jízdní směr se mohou pohybovat i vedle sebe nebo při fyzicky nerozděleném obousměrném provozu se mohou dva proudy pohybovat i proti sobě. Ve vztahu k silničním komunikacím normovaná definice vymezuje pro TP **úsek silniční komunikace** pro směr dopravního proudu vjezdovou a výjezdovou křižovatkou. Provoz může být křižovatkou i přerušován. **Křižovatka** je „zařízením“ na silniční síti, ve kterém se dopravní proud větví do více jízdních směrů. Úsek i křižovatka mají konečný **úhrn průjezdů (A - vozidel za rok)**.

Dopravní proud na zadaném úseku silniční komunikace je potom uživatelským důsledkem pracovních a víkendových aktivit „souboru řidičů“ po celý rok. Úhrn je tím větší, čím větší je atraktivita úseku pro soubor řidičů na cestě k cílům jejich aktivit. Rozpětí souboru významně ovlivňuje sezónní vliv.

Provozní úroveň pro účastníky silničního provozu je **bezkongesční** až po okamžik zhroucení do **pro-**

3.1 INTENZITA



Obr. 1 Důsledky zhroucení nezávislé rychlosti do závislosti na hustotě

(Pramen HCM 1997 [lit. 4])

Jsou dány tři provozní režimy:

režim **I** - bez kongescí (provozní úroveň **A** až **D**)

režim **II** - nestabilní (provozní úroveň **E**)

režim **III** - s kongescemi (provozní úroveň **F**)

Kapitola je zaměřena na zjišťování provozních podmínek v dopravním proudu charakterizovaných grafem nezávislé rychlosti vozidel dopravního proudu a závislé intenzity v obr. 1. Graf však nezobrazuje výsledky měření, ale představy odborných autorit o provozních podmínkách úseku vícepruhové komunikace s referenční rychlostí $V_R = 100$ km/hod. V souboru „řidičů“ však změříme vyšší průměrné rychlosti některých úhrnů τ a při intenzitách $\tau E(q) \leq 1000$ voz/hod/pruh tím častěji, čím kratší bude časový interval T .

vozní úrovně s kongescemi (vzdouvání až tuhnutí dopravního proudu). Platí i jev opačný.

Kapacitní odhady (výpočty) jsou podle literatury podloženy různými metodami zpracování výběrových šetření. TP užívají citovanou podmínku ČSN a zavádí jako **závislý** znak

- makro-charakteristiku - **úhrn** $A_H \dots [\text{voz/hod}]$ jako zjištěný hodinový úhrn nebo odhadnutý podíl vozidel z RPDI
- mikro-charakteristiku - **intenzita** ... jako výpočet $\tau E(q) = \tau E(v) \times \tau E(k)$ nebo $\tau q = \tau a \times (3600/T)$ [voz/hod]; kde τ a je počet vozidel dílčího elementárního výběru časové délky T [sec]

Náhodnost elementárního jevu „řidič projel“ (charakterizující jeho aktivitu) vyplývá z reality **jediného** průjezdu s libovolným pořadím v intervalu T . Z hlediska počtu pravděpodobnosti jde o číselné hodnocení **nezávislých** znaků rychlost v a odstupu L velkého „souboru řidičů“ s konečným úhrnem **$A = B + C$** [vozidel za rok], že v očekávané chvíli projedou vyšetřovaným úsekem. Rozdělení úhrnů A_H je diskrétní.

Poznámka: Regresní analýzou $q = B \times E(q) + A$ (párování výsledků z čtyřhodinových výběrů při $T = 60$ sec) bylo prokázáno, že při bezkongesční provozní úrovni je ekvivalentní vztah $q \Leftrightarrow \tau E(q) \dots B \cong 1$.

3.1.1 Hodinové a denní úhrny

Hodinové úhrny [voz/hod], celodenní úhrny [voz/24 hod] nebo denní úhrny [voz/16hod] jsou makro-charakteristikami a ktivit souboru „**řidičů**“ na posuzovaném úseku komunikace. Anglický ekvivalent normovaného pojmu úhrn je volume. Je-li celoroční úhrn všech vozidel, která projedou zadaným úsekem komunikace v rozsahu $N_D = 365$ dnů [základních jednotek], **konečný** a roven **A** [voz/rok], pak rozdělení na celém

rozsahu je diskrétní s parametrem střední hodnoty \Rightarrow

Roční Průměr Denních Intenzit \Rightarrow RPDI

$$E(A_D) = A/365 [\text{voz}/24\text{hod}] \dots \Rightarrow \text{RPDI} \quad (3.1.1.a)$$

Rozhodující pro jeho výpočet je přesnost odhadu **konečného úhrnu A**. Parametr **RPDI** je významnou charakteristikou každého úseku a matematicko-statistická pravidla o průměrech i středních hodnotách platí o všech dalších podsouborech, protože o úhrnu **A** platí podmínky:

$${}_L A_1 + {}_L A_2 + {}_R A_1 + {}_R A_2 = A$$

....(je-li A úhrn ze čtyřech pruhů směrů L a R)

nebo

$$C/A + B/A = 1$$

.....(je-li C úhrn osobních; B úhrn ostatních vozidel)

nebo

$${}_{16} C + {}_{16} B = {}_{16} A$$

.....(je-li ${}_{16} A$ denní úhrn z celodenního úhrnu A_D)

Velice často se transformují změřené výsledky parametrem RPDI jako jednotkovou mírou na poměrové (bezrozměrné) statistiky. Poměr ke kterému konverguje přesnost odhadu RPDI (např. obr.7, 8, 9)

$$E(A_D) / (\text{RPDI}) \cong 1 \dots [\text{někdy také } 100\%] \quad (3.1.1.b)$$

... (parametr „jedničkové roviny“) nám umožní porovnání celodenních intenzit.

Také základní soubor aktivit řidičů v rozsahu $N_H = 8760$ h odin [základních jednotek] nemůže mít jiný úhrn všech vozidel než $A = 365 \cdot (\text{RPDI})$. Pak rozdělení na celém rozsahu N_H bude dvouvrcholové (noční a denní hodiny) se střední hodnotou

$$E(A_H) = A/8760 \dots [\text{voz}/\text{hod}] \dots$$

$$\dots \Rightarrow 1/24 \cdot (\text{RPDI})$$

$$(3.1.1.c)$$

a ekvivalent k „jedničkové rovině“

$$(A/8760) / (A/365) = 1/24 \dots [\text{někdy také } 4,2\%]$$

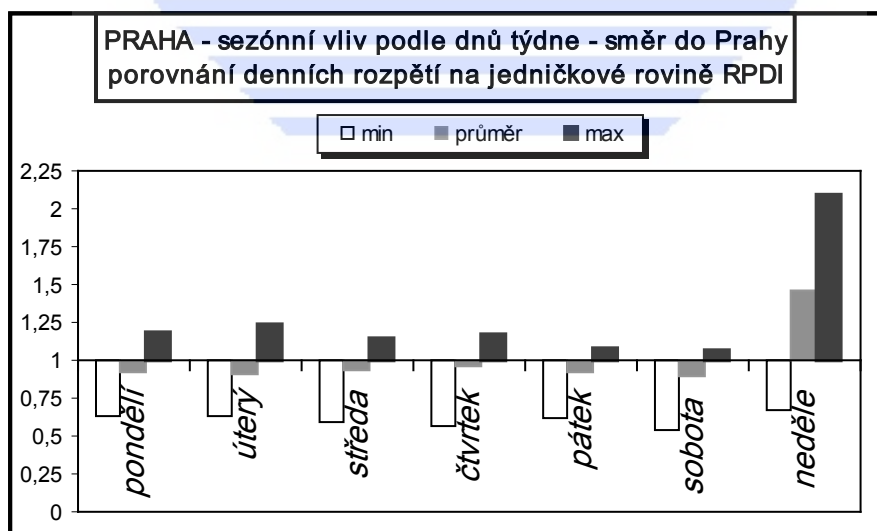
Grafické porovnání sloupkových diagramů v následných příkladech rozkládá celodenní i hodinové soubory (viz následné obrázky). Připojené příklady s komentářem ilustrují nejen pojmy „sezónní vliv“, „vliv víkendových aktivit“ na intenzity dopravního proudu, ale také v elice významný jev alternativního znaku „ANO“ či **1** a znaku „NE“ či **0** ve sledovaném místě na celé časové posloupnosti s rozsahem T_N [počet intervalů s rozpětím T]. Pravděpodobnosti znaku **1...** a pravděpodobnosti opačného znaku **0...** na každém intervalu T [sec] se při velikých T_N budou řídit **Alternativním rozdělením**.

3.1.2 Skladba vozidel výběrového vzorku

Podmínka konečného úhrnu $v_B A = v_B B + v_B C$ všech vozidel na celé posloupnosti časových intervalů výběrového šetření bude platit na všech intervalech, ale jen do jisté míry můžeme soubory C [osobní vozidla] a soubory B [ostatní vozidla] posuzovat odděleně. Rozvedeme-li zapsanou podmínku časové řady podle délky intervalu T

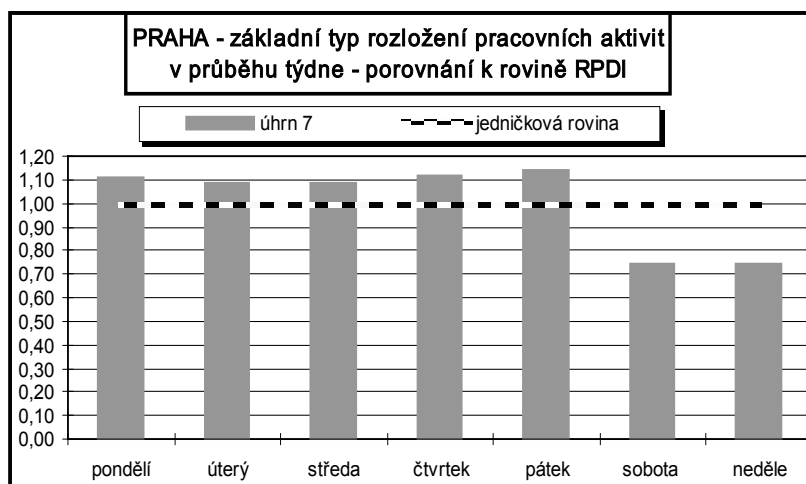
$$\sum_{T=1}^{T=N} T a = \sum_{T=1}^{T=N} T b + \sum_{T=1}^{T=N} T c; \quad (3.1.2.a)$$

kde N je počet intervalů časové délky T, je zřejmé, že ovlivnění (rozptýlení výsledků) skupinou „b“ bude tím větší, čím kratší bude délka intervalu T. V dopravním proudu se vozidla pohybují za sebou po úhrnech „ $T a$ “. Skladba vozidel v dopravním proudu je významnou charakteristikou a je nutné ji zjišťovat na intervalech $T \leq 15$ minut a po pružích.

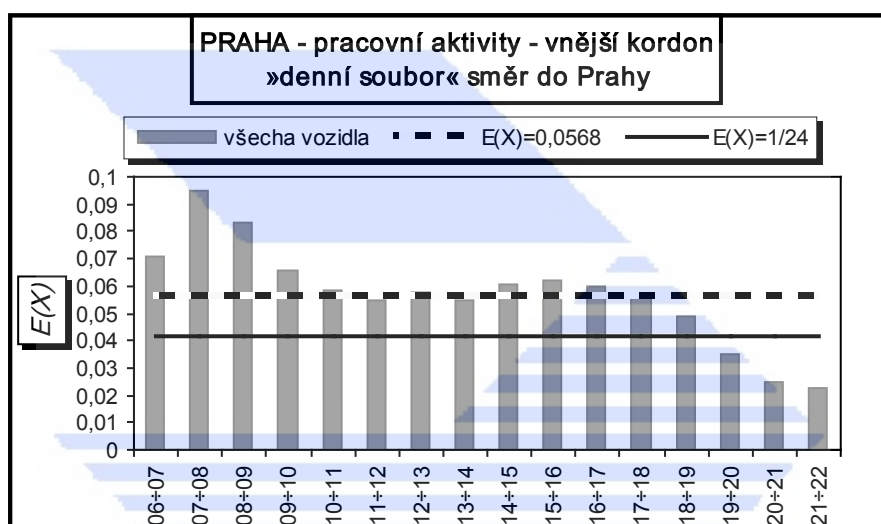


Obr. 2 Rozpětí sezónního vlivu

Na nedělním rozpětí je zřejmá levostranná excentricita ovlivnění víkendovými aktivitami proti pravostranné pracovních dnů.



Obr. 3 Sloupkový diagram úseků bez významného ovlivnění víkendem
Základní typ pro síť místních komunikací velkých měst



Obr. 4 Směr do Prahy

Zatímco v obr. 9 jsou oba směry, v tomto zobrazení je jen směr do centra s ranní výraznou špičkou v pracovní dny. Takový jev lze očekávat na radiálních směrech k velkým městům.

3.1.3 Vypočtená intenzita

TP z avádí pojem **intenzita [voz/hod]** (anglický termín *Rate of flow*) jako hodinový ekvivalent vypočtený z úhrnu vozidel, která projela sledovaným pruhem komunikace v časovém intervalu $T \in \langle 1\text{min}; 15\text{min} \rangle$.

Vypočte se buď podle rovnice kontinuity ve tvaru

$${}_T E(q_i) = {}_T E(v_i) \times {}_T E(k_i) \cong {}_T \bar{q}_i = {}_T \bar{v}_i \times {}_T \bar{k}_i \quad \dots [\text{voz/hod}] \quad (3.1.3.a),$$

kde je zřejmá podmínka čím kratší T , tím bude větší rozpětí $\min E(q) \div \max E(q)$ při rozsahu ${}_T N$, nebo z důvodu úhrnu ${}_T a_i$ podle rovnice

$${}_T q_i = {}_T a_i \times \frac{3600}{T} \dots [\text{voz/hod}] \quad (3.1.3.b)$$

pro i -tý interval T [sec].

Rovnici kontinuity můžeme užít **jen při bezkon- gesčním režimu**. Je také důležitá normalita Alternativního rozdělení. Má největší součinitel normality (při-

bližuje se Normálnímu rozdělení) při $P = 0,5$, tedy v okolí ${}_T E(q) = 0,5 \times 3600 = \mathbf{1800 \text{ voz/hod}}$.

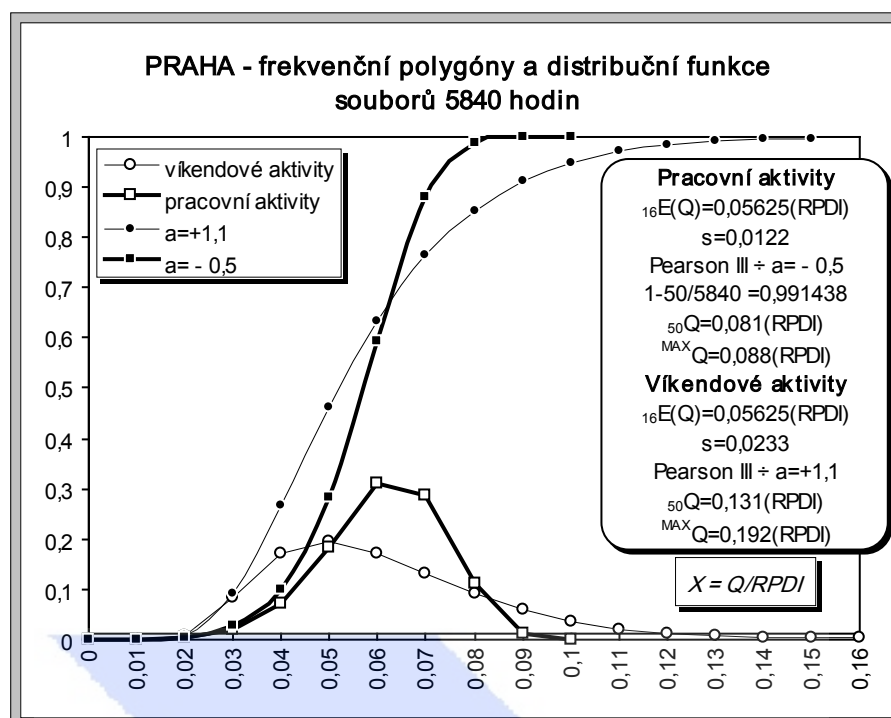
Ekvivalence intenzit

$${}_T E(q) \Leftrightarrow {}_T q \dots \text{rovnice (3.1.3.a)} \Leftrightarrow (3.1.3.b)$$

byla prokázána [lit. 60].

Návrhová hodnota... ${}_{50}Q$ [voz/hod] Každý profil bude charakterizován jak sezónním vlivem, tak vlivem víkendových aktivit. Dá se přijmout pravidlo, že v centru velkých měst nebudou víkendové aktivity statisticky významné. Avšak na vnějším okraji měst mohou nabývat statisticky významného vlivu. Zejména v radiálních směrech k centru. Úvaha vychází z podmínky návrhové hodiny jako 50-ti rázové překročení na »denním« souboru (16hod). TP rozlišují 3 provozní typy:

- ❑ **TYP I** - Pro úseky s významným vlivem pracovních aktivit... ${}_{50}Q_I \cong 0,081 \cdot (RPDI)$
- ❑ **TYP II** - Pro úseky s ekvivalencí pracovní den \Leftrightarrow neděle... ${}_{50}Q_{II} \cong 0,10 \cdot (RPDI)$
- ❑ **TYP III** - Pro úseky s významným víkendovým ovlivněním - ${}_{50}Q_{III} \cong 0,131 \cdot (RPDI)$



Obr. 5 Excentricita vlivem víkendových aktivit

Ovlivnění pracovních aktivit z pravostranné excentricity až do levostranné
 Pramen: Ústav dopravního inženýrství hlavního města Prahy.

□ ${}^{MAX}Q$ jsou odvozena pro pravděpodobnost $P=(1-$

$1/5840)$

3.2 PRŮMĚRNÁ RYCHLOST VOZIDEL

Konečný úhrn **A** všech aktivit **souboru řidiči** realizovaných projetím vyšetřovaného úseku **r** otevírá rok c o rok, aniž se podmínky na úseku významně změní. I představy o rychlosti na silničních komunikacích se různí. TP pracují s **nezávislou c charakteristikou rychlosti** ${}_TE(v_i) \cong {}_T\bar{v}_i$ [km/h] (anglický ekvivalent Speed; německý ekvivalent Geschwindigkeit) a s rozpětím intervalů **T**. Důvody jsou vyloženy v kapitole 3.

Referenční rychlost V_R je charakteristikou vyšetřovaného úseku komunikace a střední hodnota rychlosti na „souboru řidičů“ je obvykle menší, je-li řidičům dostatečně zřejmá ze včasné informace.

Zákon o středních hodnotách platí pro každý úsek. Zaveden symbol ${}_TE(v_i)$ pro charakteristiku **průměrné rychlosti d opravního p roudu**, která vždy bude kvalitativním znakem schopností řidičů a schopností jejich vozidel v základní jednotce - časovém intervalu. Vyplyvající podmínku můžeme zapsat pro elementární výběr **i-tého intervalu T**

$$\min v < {}_TE(v_i) < \max v \dots [km/hod] \quad (3.2.1),$$

když **v** je symbolem zjištěných rychlostí každého vozidla z elementárního úhrnu ${}_Ta_i$

Stejně tak podmínku pro základní jednotku celé hodiny **H** můžeme následně rozvést

$$\min \min v < \min {}_TE(v_i) < E(V_H) < {}^{MAX}E_T(v_i) < \max \max v \dots [km/hod] \quad (3.2.2)$$

přičemž rozpětí středních hodnot bude tím větší, čím větší bude počet elementárních výběrů v hodině

Vidíme, že parametr **$E(V_H)$** se významně nezmění měněním délky intervalů **T**. Avšak **nezávislost rychlosti** se nutně musí zhroutit do **závislosti na hustotě** dopravního proudu, která je kvantitativním znakem aktivit řidičů a hodinový úhrn **A_H** je limitován matematicko-fyzikálními podmínkami zadaného úseku. Jednoznačnost vazby Značka a Jednotka pro „výběrové plány“ je potřebné zdůraznit právě u podmínky (3.2.2).

3.3 HUSTOTA

Hustota dopravního proudu - kvantitativní nezávislý znak charakterizující pracovní a víkendové aktivity řidičů v zadaném úseku při jejich cestě mezi zdrojem a cílem. TP pracují s **nezávislou charakteristikou hustoty** ${}_TE(k_i) \cong {}_T\bar{k}_i \dots [voz/km]$ s rozpětím každého intervalu **T**. Anglický ekvivalent - Density; německý ekvivalent Dichte a měrná jednotka [voz/km]. Každá její transformace bude rovněž nezávislá. TP užívají charakteristiku hustoty při aplikacích rovnice kontinuity za bezkongesčního provozního režimu. O rozpětí výsledků platí obdobné meze jako v kapitole 3.2 Průmětna fundamentálního diagramu závislé intenzity **Q** a nezávislé hustoty **K** je důležitá pro numericko-grafické zobrazení **třířezimového modelu** provozních podmínek. Pro výpočet marginálních mezí **bodových polí** ${}_TE(q_i)$ je transformována nezávislá hustota na bezrozměrnou proměnou - poměrnou hustotu $y = k / {}_JK$, kde parametr **JK** (z anglického „jam density“) je odvozen ze statistických dat výběrového šetření. O poměrné hustotě pak platí

$$0 < (y) \leq 1 \quad (3.3)$$

3.4 CHARAKTERISTIKA „OBSAZENOST“

Numericko-grafický postup zpracování výsledků měření se zjednodušil transformací hustoty na novou bezrozměrnou statistiku **obsazenost** (anglický ekvivalent - Rate of occupancy, německý ekvivalent - Belegung). Je praktickým důkazem nezávislosti veličiny, protože nezávislost platí pro každou její transformaci. Alternativní znak „ANO“ či „NE“ můžeme zapsat při základní jednotce - stejném časovém intervalu **T** a na každém jízdním pruhu

$$T = T_{ANO} + T_{NE} \Rightarrow 1 = T_{ANO}/T + T_{NE}/T = T_{P_{ANO}} + T_{P_{NE}} \quad (2a)$$

Jestliže „ANO“ je index času vozidel a „NE“ index času mezer, pak o rovnici (2a) bude také platit

$$1 = \frac{T_a \times \bar{t}_{ANO}}{T} + \frac{T_a \times \bar{t}_{NE}}{T} \quad (2b),$$

kde \bar{t}_{ANO} ; \bar{t}_{NE} jsou průměry k příslušnému elementárnímu úhrnu T_a . Protože obsazenost v pruhu

$$T_E(O) = \frac{T_a \times \bar{t}_{ANO}}{T} \times 100 \quad [\%] \text{ a automobil nemá}$$

rozměr hmotného bodu, dokazuje rovnice (2b), že **pro kontinuitu (bezporuchovost) dopravního proudu musí platit** $\bar{t}_{ANO} < \bar{t}_{NE}$ a že musí existovat kritická

mez, kdy se kontinuita proudu **zhroutí** a nastane porucha. Potvrdily se odvozené podmínky na páříském o kruhu pro omezování stability nejvyšších rychlostí $STAB E_3(O) \leq 21,5\%$, mez zhroucení do kongescí (také graf. příklad D1 Roztyly) $KRIT E_3(O) \leq 25\%$.

3.5 ROVNICE KONTINUITY

Právě rovnice kontinuity v souborech elementárních výběrů „časové intervaly“ rozsahu **T** zapsaná podmínkou

$$T E(q_i) = T E(v_i) \times T E(k_i) \dots [\text{voz/hod}] \quad (3.5)$$

přímo určuje způsob „**zjišťování kapacit**“ úseků silničních komunikací výběrovým šetřením a zvoleném rozsahu statistického souboru **N_T**. Takový dopravní průzkum nelze „nasčítat sčítačem“, ale v dopravních špičkách měřit pro ten účel zhotovenými přístroji. Nejčastěji se používají přístroje, které umí změřit i

zaznamenat charakteristiky rychlosti párované s charakteristikou hustoty a vypočítat závislou veličinu - **intenzitu [voz/hod]**.

Jsou-li veličiny **k** a **v** nezávislé, jsou i nekorelované!

Rovnice kovariance

$$Cov(v; k) = E(v \times k) - E(v) \times E(k)$$

je jednoznačná a **rovnice kontinuity** (3.5) může platit jen tehdy, jsou-li veličiny **V** a **K** vzájemně nezávislé, neboť **Cov (v;k) ⇒ 0**. [Hájek J., 1960, lit. 13; Anděl J., 1978, lit. 14]

Každé zhroucení rychlosti dopravního proudu do závislosti na hustotě bude znamenat také **zhroucení provozní úrovně do kongescí se vzdouváním proti proudu**. Zjišťovat takové souvislosti, znamená provádět vhodná výběrová šetření - měřit rychlost **v**; odstup **L (vlastně hustotu)** a odvozovat příčinné souvislosti.

3.6 ROVNICE KAPACITY

Dopravní kapacita silnice je množství vozidel, které může projet daným místem silnice za časovou jednotku **T**

$$MAX Q = 3600 \times T E\left(\frac{v}{L}\right) \dots [\text{voz/hod}] \quad (3.6),$$

kde **v** je rychlost vozidel [m/sec] a **L** je vzdálenost mezi vozidly **L** [m] a $T \in (1 \text{ min}; 15 \text{ min})$.

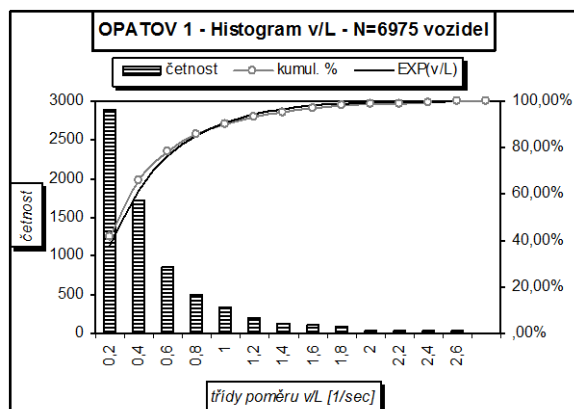
Logicky jde o transformaci rovnice kontinuity $q = v \times k$, avšak příkladně pro rozsah souboru **N = 16640** řidičů (Tab. 3.7) je nutné postupovat metodami matematicko-statistickými, protože střední hodnotu $E(v/L)$ nelze nahradit podílem $E(v) / E(L)$. Důvody jsou vysvětleny v kapitole 3.7.

3.7 ODSUPY MEZI VOZIDLY

Obecně je zjišťování odstupů mezi vozidly při vysokých intenzitách a více pružích obtížné. Bez vhodného zařízení nemyslitelné. Příkladně princip zařízení „Telemat TD – SIEMENS“, které je dimenzované na 4 senzory. Největší obtížnost spočívá v podmínce platnosti **rovnice kontinuity** jen při bezkongesčním provozu.

Tab. 3.7 Pracovní aktivity D1 Opatov – do centra (videokazety označeny Opatov 1, Opatov 2, Opatov 3)

parametr	λ	kritická čtvrt hodina	
OPATOV 1	2,40218	pravděpodobnost skladba	P=1-15/60=0,75
OPATOV 2	2,92691		max B ₂ /A ₂ = 16%
OPATOV 3	2,51288		
odhad	P=F(v/L)	krit v/L	3600*(v/L)
OPATOV 1	0,750121	0,5773	2078
OPATOV 2	0,750265	0,474	1706
OPATOV 3	0,750203	0,552	1987
[voz/hod]		ROVNICE KONTINUITY	q = v×k
dolní...	odvozené	meze	...horní
1400		1880	2302
		ROVNICE KAPACITY	q = 3600×(v/L)
dolní	lambda =2,93	lambda =2,40	horní
1706		1987	2078
MAXMAX(v/L) = 0,6933		při lambda =2,0 P ≅ 0,75	
MAXMAXQ = 2496			



Obr. 6 Excentricita poměru (v/L)

Ve vazbě na **rovnici kapacity** byl analyzován poměr v/L [sec^{-1}] v konkrétním příkladě úseku D1 OPATOV. Výsledky analýzy tří kazet jsou v tabulce 3.7 uspořádány s dále uvedenými závěry

- platnost jen při bezkongesčním provozním režimu.
- $E(v/L)$ nelze nahradit poměrem $E(v) / E(L)$, neboť při bezkongesčním režimu je variační součinitel $C(L) \gg 0,2$ a obdrželi bychom zcela odchylné výsledky
- $E(v/L)$ má Exponenciální rozdělení s parametrem $\lambda \geq 2$.

Na vzorku 16 640 vozidel ze třech pruhů D1 ve směru do Prahy při bezkongesčním provozu je podán důkaz, že rovnice kontinuity i rovnice kapacity vedou k hodnověrným výsledkům a neodchylují se od HCM 1997.

3.8 ODVOZENÍ PROVOZNÍCH ÚROVNÍ - CHARAKTERISTIK KVALITY PROVOZU

3.8.1 Nezávislá veličina – hustota

TP zavádí 6 stupňů „provozních úrovní“ založených na kvalitativním znaku „maximální průměrná rychlost dopravního proudu“. Třírežimový model umožňuje do výsledků měření promítnout kritické podmínky podložené jejich regresní analýzou. **Příklad D1 Opatov - obr. 13** z únorové střeby 1998 opět v zobrazení fundamentálního diagramu podle HCM [Lit. 3 a 4] dokladuje zákonité souvislosti marginálních podmínek bodových polí třírežimového modelu a přípustného dopravního zatížení $P_{\text{PŘIP}}Q_A + P_{\text{PŘIP}}Q_F$ vyšetřovaného úseku komunikace. Priorita kvalitativních podmínek se projevuje jako významný faktor, který regresní analýza výsledků měření podle TP na celém rozsahu 3×635 minutových intervalů dokazuje – tj. tři provozní stavy jsou z marginálních podmínek bodových polí v obr. 13. dobře zřetelné. Matematicko-statistické souvislosti jsou zákonité. Podle nezávislé proměnné v a závisle proměnné q jsou **v průměrně V; Q** patrné provozní úrovně, protože u minutových intervalů počítáč zaokrouhlil proměnné $E(k)$ na celá čísla. V rovnici kontinuity $q = v \times k$ je „ k “ směrníkem přímky procházející počátkem.

- **Provozní úroveň režimu 1** (Podle HCM Los A až D - bezkongesční) nalezneme na průniku mezních křivek $Q^{\text{SUP}} = 3100$ a meze stability $Q^{\text{INF}} = 666$

$Q^{\text{MAX}} \approx 2412$ os. voz/hod a při poměru $b/a < 5\%$
pruh 3 - vnitřní

- **Provozní úroveň režimu 2** (Los E - nestabilní) mezi křivkami $Q^{\text{INF}} = 666$ a $Q^{\text{INF}} = 400$, avšak $Q^{\text{MAX}} < 2300$ voz/hod
- **Provozní úroveň režimu 3** (Los F - kongesce) pod mezní křivkou $Q^{\text{INF}} = 400$, a však pod lineární mezí se směrníkem „jam density“ $\Rightarrow jK = 120$ voz/km/pruh

Numericko-grafický důkaz nezávislosti mezi rychlostí a hustotou jen při bezkongesčním režimu je podán v obr. 13. Zhroucení bezkongesčního režimu do kongescí (do lineární závislosti rychlosti na hustotě) zobrazují přímky linearit každého pruhu.

Statistická významnost vlivu skladby vozidel v pruzích je velice zřetelná a skladbu je možné vyčíslit úhrny celého vzorku od 7:15 do 18:00 hod a ve 3 pruzích...

$C = 14\,273$ osobních voz ... $A = 16\,640$ všech vozidel ... poměr $C/A = 0,85775 \Leftrightarrow B/A = 0,14225$

3.8.2 Nezávislá veličina – obsazenost

Kapitola je doprovázena také příkladem ze stejných videokazet a stejném rozsahu 3×635 minutových intervalů jako v obr. 13. Má však vypočteny intenzity

podle rovnice $TQ_i = T a_i \times \frac{3600}{T}$ a při $T = 60$ sec,

protože marginální průměry v **obr. 14** jsou sestrojeny pro nezávislou proměnnou **obsazenost** [%]. Odvozené roviny horních mezí s 97,5% spolehlivostí přísluší každému pruhu. Měřit hustotu při režimu kongescí je velice obtížné.

4. APLIKACE ANALYTICKÝCH TECHNIK NA KAPACITNÍ ODHADY (VÝPOČTY) PŘÍMÝMI EMPIRICKÝMI METODAMI

Ekonomický a politický vývoj v Evropě způsobuje objemový vzrůst dopravy, který neustále zvětšuje disproporce mezi poptávkou zejména v silniční dopravě a nabízenými schopnostmi silniční sítě. TP analyzují současné podmínky v ČR. Jako kvalitativní znak je zvolen alternativní důsledek provozu - buď soulad nebo kolize poptávky s nabídkou. Z obsáhlého studia literatury i vlastních šetření byl v TP odvozen závěr ke kvalitativnímu znaku jako **mez z hroutcením b ezkongesční provozní úrovně do provozní úrovně s kongescemi a opačný jev** (HCM 1997).

Zjišťování kapacitních podmínek přímými empirickými metodami vždy znamená postup

- zjistit potřebná data výběrovým šetřením (nezávislou rychlost v a hustotu k)
- odvodit souvislosti a parametry vyšetřovaného jevu na časové posloupnosti

Samo zadání Ministerstvem dopravy a spojů ČR jednoznačně vycházelo z každodenního jevu o pracovním ránu velkých měst, kdy vzrůstající automobilový provoz se zhroutí do kongescí. Matematika zná křivky vývoje jako „zákon vzrůstu“, který se podkládá vyšetřovanému jevu [K. Rektorys, K. Drábek „Přehled užitě

matematiky - kap. 4." - lit. 11]. Obtížnost řešení spočívá v trojrozměrném prostoru a v podmínkách zhroucení **nezávislé rychlosti do závislosti** na hustotě dopravního proudu. Aplikuje se analogické řešení k „zákonu vzrůstu“ do roviny fundamentálního diagramu **hustoty K a vypočtené intenzity Q** s marginálními průměty bodových polí, která budou ohraničena exponenciálními křivkami - mezemi. Byly nazvány:

„Exponenciální zákon kapacitního vytížení“

$$\text{MAX } Q_T = \text{SUP } Q_T \times (1 - e^{-\lambda y}) \quad (4.a)$$

„Exponenciální zákon bezkongesčního režimu“

$$\text{MIN } Q_T = \text{INF } Q_T \times (e^{\lambda y} - 1) \quad (4.b)$$

Průnik křivky (4.a) s křivkou (4.b) je maximální hustotou **bezkongesčního provozu** $\Rightarrow \text{MAX } E(q) \Rightarrow [\text{os.voz/hod}]$, když jeho stabilitu ohraničuje $\text{INF } Q = 666 \text{ voz/hod}$ a mez zhroucení $\text{INF } Q = 400 \text{ voz/hod}$.

Odvozené parametry se budou pohybovat v mezích závislých na zvolené délce elementárního intervalu T:

$$\text{SUP } Q \in (3600 \xrightarrow{T} 1400) [\text{voz/hod}];$$

$$jK \in (180 \xrightarrow{T} 115) [\text{voz/km}];$$

$$\lambda = 7; \text{ pro hustotu } y_T = k_T / jK \text{ nebo}$$

$$\text{obsazenost } y_T = \frac{E(T_{oi})}{100}; y_T \in (0;1)$$

Aplikace přímým výběrem v reálném čase byla zařazena do TP, protože souvisí s automatikou regulace dopravy. Zjišťování je založeno na **nezávislosti rychlosti a obsazenosti** v dopravním proudu a pracuje s velmi krátkým intervalem ($T \approx 30 \text{ sec}$). Každá transformace hustoty bude také nezávislá a pro metodu byla odvozena statistika

$$\text{obsazenost... } E(T_{oi}) = (T_{ANO} / T) \times 100 \dots [\%]$$

(anglický ekvivalent Rate of Occupancy).

Zákony 4.a a 4.b jsou dobře aplikovatelné i pro obsazenost. Rozhodovací šablony pro automatiku jsou vymezeny v průmětně **intenzita; o bsazenost**, ve

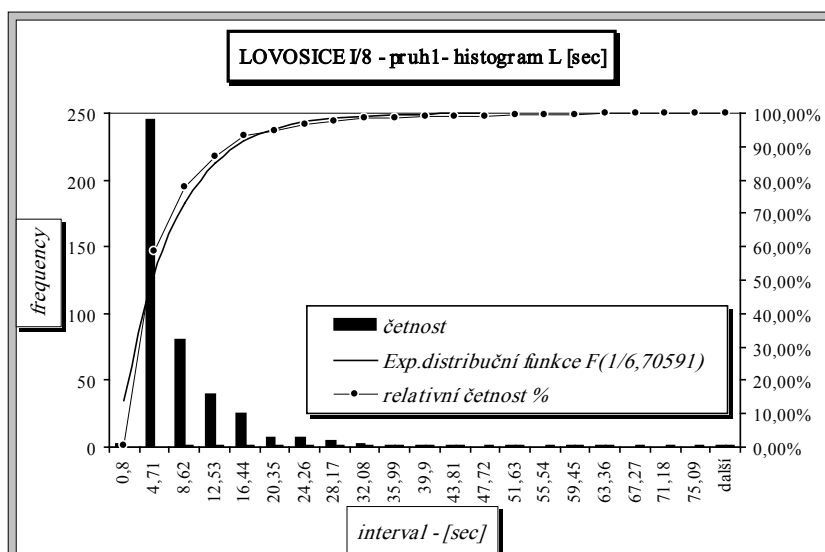
které se zřetelně projeví meze zhroucení provozu do režimu III - kongescí. Proto voleny krátké intervaly T. Grafické zobrazení křivek ($T \approx 30 \text{ sec}$) v marginálních rovinách Q; K nebo Q; O je v obr. 15 a 16 Matematicko-statistické podmínky bezkongesčního režimu nezávislých veličin rychlost a obsazenost z elementárních intervalů T mají kritickou mez $\text{KRIT } E(o) = 21, 5\%$ [francouzské odborné autority na pařížském okruhu, lit. 1]. Podrobnosti dobře popisuje Prof. Hall [lit. 5]. Také zařízení „Telemat TD“ firmy SIEMENS bylo odvozeno od regulačních systémů pro účely výběrových šetření.

4.1 ZJIŠŤOVÁNÍ ODSŤUPŮ

a) Postup viz Tabulka popisné statistiky analyzovaných dat.

odstup (headway) [sec]	pruh 1	pruh 2
stř. hodnota	6,70591	6,790323
chyba stř. hodnoty	0,502804	0,447111
medián	3	3
modus	2	2
sm. odchylka	10,34114	8,623563
rozptyl výběru	106,9393	74,36584
šikmost	6,474388	3,049546
rozdílnost max-min	133,2	70,2
minimum	0,8	0,8
maximum	134	71
součet	2836,6	2526
počet	423	372
věrohodnost (95.0%)	0,985476	0,87632

V podmínkách ČR metoda „časových odstupů“ je málo aplikovaná. Jako praktický příklad zpracovány výsledky sekundových odstupů (anglický ekvivalent headway) ze silničního úseku **I/8 v L ovesicích** (dvupruh) při odpoledním provozu. Podrobnosti jsou ve zprávách f y CityPlan Praha [lit. 53]. Zpracováno v tabulkovém procesoru Excel. Podle výběrového plánu provedeno výběrové šetření zařízením „Telemat TD - SIEMENS“.



Obr. 7 Sloupkový histogram charakteristiky L [sec]

s distribuční funkcí Exponenciálního rozdělení pro $\lambda = 1/6,70591$, který již na malém výběru

o rozsahu **423 voz** ilustruje specifiku dvoupruhu.

b) Vyhodnocení

Máme-li předepsanu kritickou čtvrt hodinu, pak její pozici najdeme na **25% kvantilu** ($1/4 = 0,25$) distribuční funkce Exponenciálního rozdělení. Výpočet intenzity založený na rovnici

$$T_Q = T_a \times 3600 / T \Rightarrow T_Q / 3600 = T_a / T \Rightarrow E(T_P) \dots$$

pravděpodobnost v intervalu T (4.1.a.)

Podle popisné statistiky nejčtenější hodnota „modus“ = 2 má kritickou hodnotu větší než 25%, ale menší než 50% pro „medián“ = 3 na spojitém rozdělení $F(\lambda=1/6, 70591=0,149122)$. Zavedeme-li do výpočtu odhad pro $\alpha \approx 25\%$ tedy $\alpha L_s = 1,9$, pak $F(\alpha L_s) = 0,24673 \approx 0,25$.

Kritická intenzita ekvivalentní max čtvrt hodině v dopravní úrovni 1998

$$MAX Q = 3600 \times 1 / 1,9 = 1895 < 2000$$

...[os.voz/hod/pruh]...[HCM 1997 - lit. 4]

Porovnání - Holandské odborné autority uvádějí příklad (lokalita „Doenkade“ - two-lane rural road) odpoledního provozu $\bar{L}_s = 7,02 \text{ sec}$ na vzorku 512 všech vozidel a poledního provozu $\bar{L}_s = 7,65 \text{ sec}$ na vzorku 471 všech vozidel. Měřeno jiným způsobem [lit. 10].

c) Závěr

Zjišťování odstupů není popsáno do podrobností, ani není testován odhad, protože je málo používáno. Byl však použit jednoduchý postup poskytující průkaz:

- ☐ dostatečné velikosti výběru
- ☐ dostatečné přesnosti odhadu, přestože Excel automaticky zaokrouhluje čas na celé sekundy
- ☐ nutnosti zjišťovat a analyzovat podmínky měřením „in situ“
- ☐ i na českých silnicích zjištěno pro obousměrný dvoupruh podle HCM 1998 (obr. 19)

$$MAX (Q_1 + Q_2) \leq 2800 \text{ voz/hod jako kapacitní mez}$$

4.2 ZJIŠŤOVÁNÍ INTENZIT

Zjišťování intenzit je v České republice často praktikovaný způsob. Dopravní zatížení komunikační sítě se sčítá ručně nebo automaticky podle výběrových plánů. TP nepopisují způsob zjišťování statistických dat, ale práci s nimi.

Vydeme-li z podmínky (4.1.a) $\frac{T_Q}{3600} = T E\left(\frac{1}{L_s}\right)$, což

není nic jiného, než pravděpodobnost P_1 alternativního znaku „ANO“, Q -krát v ozidel pr o jelo n a posloupnosti 3600 sekund. Souvislost s kapitolou 4.1 je zřejmá. Volíme aproximaci Exponenciálním rozdělením s parametrem $\lambda \geq 2$. Z rovnosti prvních momentů je nejvyšší možná střední hodnota

$$P_1 = 0,5 \text{ odtud } E(Q_1) \leq 3600 \times 0,5 = 1800$$

...[os. voz/hod/pruh]

Pro kapacitní odhady v kapitole 4.2.1 a kapitole 4.2.2 jako příklad aplikovány výsledky automatického záznamu intenzit dálnice D1 na čtyřpruhovém úseku v

km 206 u Brna. Sčítáno 1995 zařízením dálniční správy, které má stavitelný „výběrový plán“ přesně přiřazující pojmy „značka“ (obousměrně; datum) a „jednotka“ (1. až 24. hodin). Podrobnosti ve zprávách fy CityPlan Praha [lit. 56]. Zpracováno v tabulkovém procesoru Excel.

4.2.1 Pozorované extrémy

a) Postup

Celkové údaje analyzovaného úseku č. **6-8800** [podrobnosti lit. 56]: rozsahy souborů - oba směry, 98 úplných dnů $\Rightarrow {}_2N_D = 2352$ hodin; jeden směr 77 dnů $\Rightarrow {}_1N_H = 1848$ hodin zjištěné úhrny na celém rozsahu - ${}_2A = 2\,735\,599$ voz; ${}_1A = 995\,375$ voz

Popisná statistika poměru denních úhrnů k průměrnému týdnu:

počet dnů	${}_2N_D = 98$	${}_1N_D = 77$
průměr	0,142857	0,142857
max	0,194458	0,221796
min	0,077707	0,028976
sm. odch. - s	0,024054	0,044257
šikmost - α	- 0,41	- 0,57
konf.int. 95%	0,005	0,01
odhad RPDÍ	27050	13 525
úhrny A [voz]	2 735 599	995 375

b) Vyhodnocení

odhad roční- ho úhrnu	A₁₉₉₅	soubor maxim. hod 1. ÷ 8.	alter. rozdělení (4-pruhy)
stř.hodnota E(A _H)	1163	průměr ${}_AP_4$	0,123184
$MAX A_H$ [voz/hod]	2946	$max A_P_4$	0,246667
sm. odchylka - s	672	sm. odch. - s	0,0331
šikmost - α	0,02	šikmost	- 0,505
rozsah N_H [hod]	2352	rozsah 4200/3	1400
úhrn A₂₃₅₂ [voz]	2 735 599	95%CONF.	0,001732
95% CONF. (dolní)	- 27,153	$max A_P_1$ (1pruh)	0,323
99%CONF. (dolní)	-35,686		
dolní A₁₉₉₅ [voz]	9 875 271	$max A_H$	2946 [voz/hod]
RPDÍ₁₉₉₅	27056≈ 27050		

V analýze bylo aplikováno alternativní rozdělení, které bude platit i pro záznam ze 4 pruhů, je-li přesně dodrženo přiřazování stejných základních jednotek z každého pruhu. Analytický postup byl směřován **na pozorované extrémy** tak, že celý statistický soubor 4200 hodin byl na každém dni (každých 24 hod) uspořádán do sestupné posloupnosti. Z 1. až 8. hodiny každého dne vytvořen extrémní soubor s rozsahem 1400 hodin (pravé sloupce následné tabulky).

Provozní režim dle příkladu **neovlivňuje** víkendové aktivity. Převod na pracovní den poměrem průměrných hodinových úhrnů - pro soubor 1.÷8

$$D(1\div5)A_H / D(1\div7)A_H = 1,141$$

- ❑ odhad hodinových intenzit Q_H při extrémní špičce na jeden pruh - rok 1995:

$$E_{1+8}(Q) = 0,246667 \times 1,141 \times 3600 = \mathbf{1013}$$

...[voz/hod/pruh]...⇒ poměr

$$1013/2946 = 0,344 \text{ na pruh}$$

- ❑ odhad horní meze při čtvrt hodinových intervalech - jeden pruh - rok 1995:

$$E(q_{15}) = 0,25 \times 1,27 \times 3600 = \mathbf{1143}$$

...[voz/hod/pruh]...⇒ poměr

$$1143/1013 = 1,13 \dots \text{odhad 15-ti min. intenzity}$$

- ❑ odhad extrému krátkých intervalů - jeden pruh - rok 1995:

$$E(q_1) = 0,25 \times 1,4116 \times 3600 = \mathbf{1270}$$

...[voz/hod/pruh]...⇒ poměr

$$1270/1013 = 1,25 \dots \text{intenzity krátkých intervalů}$$

Z analýzy prokázán ekvivalentní podíl z obousměrné intenzity na pruh **0,25** \approx 0,247.

Kriterium kvality odhadu zvoleno podle HCM 1997

- ❑ **2200** os. voz./hod/pruh.....čtyřpruh
❑ **2300** os. voz./hod/pruh.....více než čtyřpruh

odhad kapacitních mezí - špička pracovního dne

Bylo prokázáno, že posuzovaný úsek D1 má bezkongesční režim 1 s extrémy v pracovních dnech při ideálních provozních podmínkách. Zjištěná směrová nerovnoměrnost 56:44.

Kapacitní schopnost po dle roku 1995, kterou lze očekávat v průměru na jeden pruh:

- ❑ **Podle kapitoly 4.2** $E(Q) < 0,5 \times 3600 = \mathbf{1800}$

...[voz/hod/pruh]

- ❑ **Intenzita 15-ti minutový interval a nejzatíženější pruh** $1800 \times 1,13 < \mathbf{2034}$

...[všechna voz/hod/pruh]

- ❑ **Extrém kratších intervalů a nejzatíženější pruh** $1800 \times 1,25 < \mathbf{2250}$ [všechna voz/hod/pruh]

Přesnost odhadu lze považovat v mezích kriterií HCM 1997, neboť dle výsledků výběrového šetření v roce 1995 lze očekávat absolutní mez $Q_{KRIT} \leq 3,6 \times 1800 \times 0,323 = 2093 < 2200$ os. voz/hod u pruhu s převládající skladbou osobních vozidel.

c) Závěr

- ❑ Pro svou jednoduchost má alternativní rozdělení značný význam a ještě bude aplikováno.
❑ Byl podán rozklad k základnímu parametru každého úseku **RPDI** a celoročního úhrnu.

Již v současnosti při RPDI $\approx 10\,188\,714 / 365 \approx 27\,914$ voz/den může být dosahováno intenzity u minutových intervalů a kratších $^{MAX}Q = 0,5 \times 3600 \times 1,25 = 2250$ os. voz/hod/pruh.

4.2.2 Očekávané extrémy

a) Postup

Pojem „extrémy“ musíme vždy spojovat s denním provozem a se souměrností rozdělení ke střední hodnotě hodinových intenzit ovlivňované aktivitami řidičů.

Tak rozdělení bezrozměrných statistik souboru $16 \times 365 = 5840$ hod je v části 3 na grafu z Prahy nebo pro odstupy na obrázku 3. z Lovosic. V podstatě nemůžeme očekávat extrémy jiné než uváděné v HCM 1998.

b) Vyhodnocení na příkladě alternativního rozdělení

Jestliže očekáváme na D1 v úseku s ekvivalentním provozem pracovních i víkendových aktivit řidičů kritický extrém intenzity $^{MAX}Q_{15} = 2300$ os. voz/hod, pak na souboru 2920 špičkových hodin můžeme aproximovat alternativní rozdělení spojitým normovaným normálním rozdělením **N(0;1)**. Za uvedených podmínek nebude excentricita statisticky významná. Předpoklad N(0;1) znamená, že každé z 2920 hodin odpovídá výběr alternativních znaků. Extrém vypočteme $^{MAX}P_1 = 2300/3600 = 0,6389$ a kritickou hodnotu 15-ti minutového intervalu $1 - F(^{MAX}P_1) = 1 - (1/11680) = 0,999914 \dots \Rightarrow_{krit} u = 3,76 \dots N(0;1)$

Odhad směrodatné odchylky $\sigma \dots s = 0,32/(2 \times 3,76) = 0,0426$ a odhad $E(P_1) = 0,6389 - (3,76 \times 0,0426) = \mathbf{0,4787}$

Odhad návrhové hodiny $H_{50} \dots 1 - F(P_{50}) = 1 - (200/11680) = 0,982877 \dots \Rightarrow_{50} u = 2,12;$

$P_{50} = 0,4787 + 2,12 \times 0,0426 = 0,569$, ekvivalentní intenzita $Q_{50} = 3600 \times 0,569 \approx 2050$ os. voz/hod/pruh

Extrém 2300 os. voz/hod/pruh nastane při ekvivalentním provozu pracovních a víkendových aktivit, kdy ve špičkových hodinách můžeme na vnitřních pruzích očekávat průměr $E(q_{15}) = 0,4787 \times 3600 = 1723$ voz/hod/pruh < 1800 .

c) Závěr

Aproximace alternativního rozdělení spojitým normovaným normálním rozdělením je vhodná zejména v okolí $E(A)P = 0,5$ (v provozu za funkční úrovně D), kdy má nejvyšší koeficient normality.

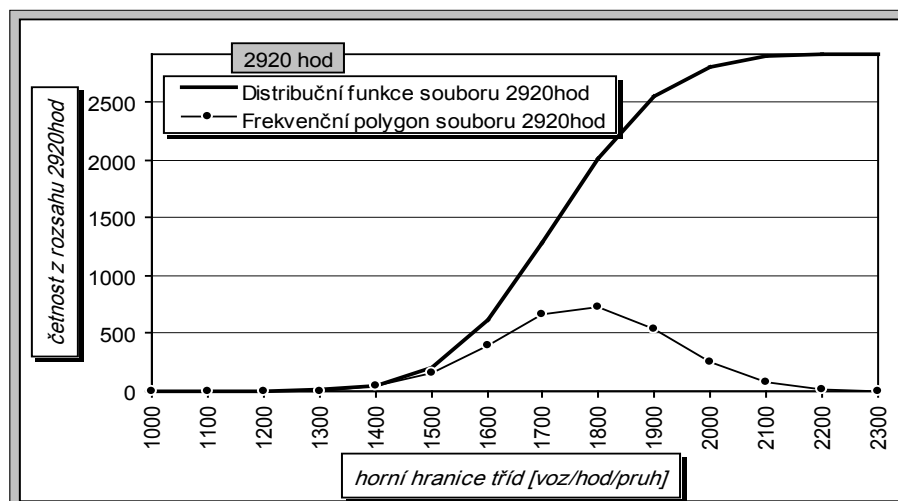
Odhad střední hodnoty $E(Q) = 1743$ voz/hod/pruh;

$$\text{roční úhrn } A_{ROK} = \frac{1743 \times 2920}{0,565} = 9008070 \text{ a 4 pruhu}$$

$$E(DQ_{1;2;3;4}) = \frac{9008070 \times 4}{1,25 \times 365} \geq 78975$$

$$\Rightarrow E(DQ) \geq 19744 \Rightarrow E(HQ) \geq 823 \text{ voz/hod/pruh}$$

Příklad s ekvivalencí pracovních a víkendových aktivit řidičů (nevýznamná excentricita rozdělení) doplňuje obr. 5 se statisticky významnými excentricitami k ukazateli polohy - průměru hodinových **úhrnů**.



Obr. 8 Součtová čára a polygon četností

součinů aproximovaného alternativního znaku na posloupnosti 15-ti min. intervalů „ $P_{15} \times 3600 = Q_{15}$ [voz/hod/pruh] celého rozsahu extrémních (špičkových) osmi hodin každého dne.

4.3 ZJIŠŤOVÁNÍ INTENZIT A RYCHLOSTÍ

Matematicko-fyzikální zobrazení rovnice kontinuity je hyperbolický paraboloid. Prokládání parabol pro praktickou aplikaci platí jen v okolí střední hodnoty. Důvody zhroutení nezávislé rychlosti do závislosti na hustotě dopravního proudu s následnými kongescemi jsou vysvětleny v kapitole 4.

a) Postup

Ve vztahu k režimům dopravního proudu znamená zjišťovat intenzitu a rychlost na posloupnosti časových intervalů zvolené konstantní délky T (1 minuta až 15 minut). Výstupem mohou být pouze vypočtené **intenzity** [voz/hod] a **průměrné rychlosti** $E(v_i)$ [km/hod] z dílčích úhrnů τa_i na i -tém intervalu T . Pro časové posloupnosti je rozhodné, aby byly stále zřetelné párované vazby z každého intervalu, t.j. intenzita

$${}_T Q_i = {}_T a_i \times \frac{3600}{T} = \frac{{}_T a_i}{T} \times 3600$$

kde τa_i je počet jevů „ANO-vozidlo projelo“ v i -tém intervalu délky T [sec] a průměrná rychlost

$$E({}_T v_i) = \frac{1}{{}_T a_i} \times \sum_1^{a_i} \text{ANO } v$$

b) Numericko-grafické vyhodnocení příkladu z D1 – obr. 18.

Již skutečnost, že pracujeme s charakteristikami - nezávislá **rychlost** a závislá **intenzita** - znamená pro vyhodnocení rozsáhlého výběrového souboru dat nutnost analyzovat příčinné souvislosti. V obrázcích jde o dvojrozměrný průmět do roviny $V; Q$. Průmět bodového pole výsledků představuje **plochu** a je zřetelný rozdíl každého pruhu na stejné časové posloupnosti minutových intervalů. Znalost skladby vozidel v dopravním proudu je nezbytná.

Skladba vozidel k následným grafům v poměru nákladní/všechna:

pruh	dopoledne	poledne	odpoledne
1	55,5%	44,7%	43,7%
2	10,6%	10,8%	11,5%
3	0,2%	1,7%	4,8%

Vypovídací schopnost **vypočtených odhadů** ${}^{\text{SUP}} Q$ jako **okrajové (marginální) mez e b odových polí** je z obrázků patrná. Křivky vypočteny jako meze z rovnice ${}_i Q = {}^{\text{SUP}} Q \times (1 - e^{-y})$, kde $y = {}_i k / {}_i K$ a podle rovnice kontinuity vypočtena rychlost ${}_i v = {}_i Q / {}_i k$ v i -tém pruhu.

c) Závěr

Základní předpoklady pro aplikaci metody „zjišťování intenzit a rychlostí“ jsou:

- ☐ výběrové šetření provést při režimu I, kdy je rychlost nezávislá a platí rovnice kontinuity
- ☐ intenzita je závislá na skladbě vozidel a rychlosti

K ideálním podmínkám (režim I) s charakteristikami intenzita; rychlost je odvozena mez zhroutení (do režimu III) jako přímkou s kritickým parametrem $b_v = 44$ voz/km a nivelační konstantou $a_v = -1400$ voz/hod:

$${}_{\text{KRIT}} Q = 44V - 1400 \dots [\text{voz/hod}].$$

4.4 ZJIŠŤOVÁNÍ INTENZIT, RYCHLOSTÍ A HUSTOTY

Z přímých empirických metod je analyzovaný postup nej přesnější. Může podávat informace o souboru řidičů nejen v libovolném časovém elementu, ale i z několika míst současně se všemi charakteristikami. Jediný problém je automatika záznamu s dostatečně přesným zařízením a podle dokonale „vyladěného výběrového plánu“. Prof. Dr. F. Hall [lit. 5] uvádí jako příklad k „vyladění výběrového plánu“ výběrové šetření na 21 silničních profilech po 64 dnech o 16 hodinách se 120 údaji za hodinu a místo. To představuje soubor 2 580 480 elementárních jednotek časové délky $T=30\text{sec}$. Fundamentální diagram rovnice kontinuity

tvoří základní vazbu pro zpracování dat, jak rozvádí všechny odborné autority [HCM 1998, lit. 4; Prof. Brilon, lit. 8; Prof. Bovy, lit. 10; a jiní]. TP však zůstávají u jednodušších podmínek - popisují dvě variace:

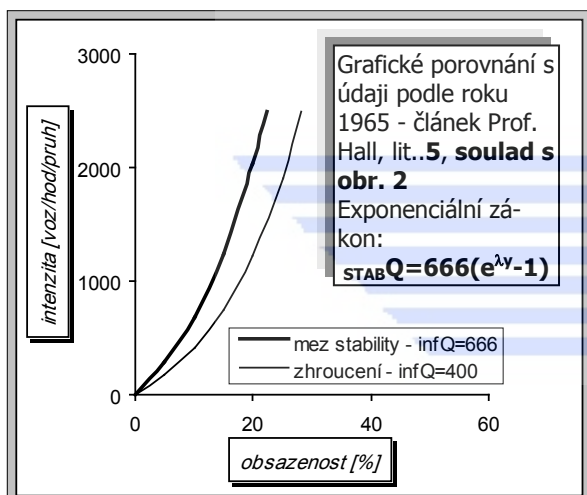
- ❑ 4.4.1 přímý výběr pro okamžitý rozhodovací proces (pracují s obsazeností)
- ❑ 4.4.2 fundamentální diagram pro nalezení kritických mezí zhroucení do režimu III - kongesce

4.4.1 Přímý výběr pro okamžitý rozhodovací proces (s obsazeností)

Zjišťovat charakteristiky pro automatickou regulaci znamená pracovat s kratšími intervaly. Na příklad projekt „TROPIC“ [lit. 20] doporučil pro rozhodovací postupy regulovaných úseků délku intervalů $T=60\text{sec}$; pro regulaci vazby nižší připojované sítě k trase vyššího d opravního v ýznamu délku intervalů $T=300\text{sec}$; pro regulaci celých systémů délku intervalů $T\leq 900\text{sec}$. TP uvádějí v příkladě D1-Roztyly (obr. 17) zjištěné podmínky při režimu I a režimu III.

a) Postup

Pro názornost zvolena analogie E CMT podle francouzských odborných autorit z pařížského okruhu [lit. 1] zobrazením provozních podmínek „třípruhu“. Již dva dvouhodinové výběry velice dobře ilustrují teoretický problém „zhroucení nezávislé rychlosti do závislosti na hustotě dopravního proudu charakterizované obsazeností“.



Obr. 9 Aplikace exponenciálního zákona

$Q_{KRIT} = Q_{INF} (e^{\lambda y} - 1)$ na charakteristiku obsazenost - $E(o)$ je možná, převede-li se na poměr $y = E(o)/100$ [$0 < y \leq 1$]. Stejně tak bude platit exponenciální zákon kapacitního vytížení $Q_{MAX} = Q_{SUP} (1 - e^{-\lambda y})$ pro odvozená suprema.

V obr. 17 na průmětně nezávislé rychlosti a nezávislé obsazenosti je zřejmá ostrá hranice ($inf Q = 1200$) zhroucení provozních podmínek dopravního proudu. Je zřetelná i jednoznačnost statistické významnosti mezi oběma soubory podle svislých rovin konfidenčního intervalu s 95% spolehlivostí. Pás kapacitního vytížení je zobrazen jako průnik válcové plochy do svislých rovin. Také významnost průmětny závislá intenzita a nezávislá obsazenost pro odvození regulačních podmínek dokladuje tvrzení odborných autorit v obr. 9.

b) Posouzení

Numericko-grafický po stup v příkladě na obr. 17 nám dovoluje uvést následující zjištění

❶ jestliže francouzští odborníci odvodili pro pařížský okruh kapacitní strop tří pruhů 6400 voz/hod/3pruhu, musí se této hodnotě alespoň asymptoticky přiblížit i podmínky v Praze $^{SUP}Q = 6400$ vyhovělo!

❷ v průmětně nezávislé obsazenosti O a závislé intenzity Q je podán důkaz, že závěry francouzských odborných autorit z pařížského okruhu o kritické mezi zhroucení nezávislé rychlosti do závislosti na obsazenosti $Q_{KRIT} = 21,5\%$ mají obecnou platnost

❸ v průmětně nezávislé obsazenosti O a závislé intenzity Q je podán důkaz, že při bezkongesčním provozu je délkou intervalu více ovlivněn rozptyl než střední hodnota a kapacitní strop vyšetřovaného úseku byl zjištěn $^{MAX}Q = 6400 \times (1 - e^{-7 \times 0,25}) = 5288$...voz/hod/3pruhu

(při skladbě vozidel obdobné jako v obr.18).

❹ v průmětně nezávislá rychlost V a nezávislá obsazenost O je podán důkaz rovinami 95% intervalu spolehlivosti, že **je statisticky významný rozdíl** mezi provozem od 8:00 hod do 10:00 hod a provozem od 10:00 hod do 12:00hod.

❺ v průmětně nezávislé obsazenosti O a závislé intenzity Q nebyla přímka linearit odvozena ze změřených dat, ale je dána zobecněním měření z pařížského okruhu a to dvěma body [lit. 1]:

- ❑ bod₁ ($O_1 = 100\%$; $Q_1 = 1200$ voz/hod/3pruhu)
- ❑ bod₂ ($O_2 = 14,2\%$; $Q_2 = 6400 \times (1 - e^{-7 \times 0,1428}) = 4046$ voz/hod/3pruhu)

c) Závěr

Na příkladech je dostatečně doložen způsob analýzy trojrozměrného prostoru pro aplikaci v rozhodovacích šablonách automatické regulace.

Priorita z jištění a rozlišení tří dopravně-provozních stavů, tj.

- ❑ 1. stav - doprava se stabilní funkcí
- ❑ 2. stav - doprava s nestabilní funkcí
- ❑ 3. přetížená situace - vzdutí nebo v ysoce viskózní (ztuhlá) doprava bude vždy předřazena jako nutný krok při zpracování naměřených dat a numericko-grafický postup je dostatečně názorný

4.4.2 Fundamentální diagram rovnice kontinuity (nalezení kritických mezí zhroucení do režimu III – kongesce)

Zjišťování podmínek v dopravním proudu má za teoretickou oporu v českém překladu nejvýznamnější americké publikace „Příručka silniční kapacity“ [Highway Capacity Manual 1985, lit. 2] nikoliv proto, aby byla opisována, ale aby i česká odborná veřejnost jako uživatel příručky podle přání odborné autority pana předsedy výboru 1985 - Carlton C. Robinson...

„...přispěla k doplnění publikovaných odborných znalostí v oboru zjišťování podmínek (Level of Service) na české silniční síti“.

Poslední vydání ve svých úvodních statích (HCM 1997, kap.1, část III - aplikuje také numericko-grafický počet) zdůrazňuje pro všechny tři úrovně analýz (ope-

rační, návrhovou, plánovací) prvořadou nutnost zjistit či změřit potřebná data před analýzou problému.

Pravoúhlá projekce bodových polí v trojrozměrném prostoru fundamentálního diagramu pak dovoluje usuzovat na podmínky sdruženého rozdělení bodových polí statistik $E(Tq)$ z marginálních podmínek ve všech průmětnách. Je totiž komplikováno zhroucením nezávislé rychlosti do závislosti na hustotě [prof. F.Hall: Cusp-Katastrophe lit.5].

a) Postup

I z obr. 13; 14; 18 (příklad D1 Opatov) jsou zřejmé podmínky bodových polí závislých statistik Tq [voz/hod] v e f undamentálním di agramu, k terý j e n u mericko-grafickým modelem změřených nezávislých charakteristik rychlosti $E(Tv)$ [km/hod]; hustoty $E(Tk)$ [voz/km] nebo obsazenosti $E(To)$ [%]. Závislé intenzity intervalů T [min] jsou vypočteny dle rovnice $Tq = Ta \times 3600/T$ [voz/hod]. Měřeno zařízením „Telemat TD“ SIEMENS. Zřetelný je i postup jak pro odhad suprema ^{SUP}Q , tak pro parametr hustoty $JK = 120$ voz/km. včetně transformace $y = k / 120$.

Jak bylo prokázáno vyhodnocením měření v obou modelech (ob r. 1 3 a ob r. 1 4) e xponenciální zákony vyhoví pro oba případy. Význam a působ odhadu zavedeného kritického parametru hustoty je podrobně popsán odbornou autoritou [Prof. A.D. May: lit. 6, kap. 10. Modely dopravního proudu, str. 283, („jam density“)]

Parametrem $JK \in (115 \div 185)$ [voz/km/pruh] transformujeme hustotu na bezrozměrnou charakteristiku $y = k/JK$. Obdobně obsazenost $y = E(o)/100$.

Parametr $\lambda = 7$ je doložen v HCM 1994 [Fig. 2-9. AVERAGE DAY = $1/7 \approx 14,29\%$, lit. 3]. Podmínku diskrétního rozdělení konečného úhrnu podle dnů každého týdne můžeme aplikovat v rovnosti prvních momentů s Exp. rozdělením $1/\lambda = 1/7$.

Odhad infima bude vysvětlen v dalším odstavci a způsob projekce do průměten je podmínkou $q = v \times k$ dán.

b) Vyhodnocení

Přestože způsoby zjišťování jsou odlišné, vidíme i ze způsobu konstrukce zařízení „Telemat TD“ SIEMENS, že obě metody zjišťování jsou vzájemně provázány matematicko-fyzikálními podmínkami a vždy budou existovat vzájemné souvislosti.

c) Závěr

Fundamentální diagram promítající podmínky bodových polí z „výběrových šetření“ musí být vždy spojován s marginálními podmínkami průmětů „sdruženého rozdělení“ závislé charakteristiky intenzita q a nezávislých charakteristik **rychlost (v), hustota (k) nebo obsazenost (o)**, jakmile je v á z á n s m a tematicko-statistickými postupy [např. součin párovaných průměrů $T \bar{v} \times T \bar{k} = T \bar{q}$].

4.4.3 Shrnutí ke kapitole 4.

– analytické techniky kapacitních odhadů

Celá historie HCM (promítnutá do posloupnosti ediční řady) počíná rokem 1950 a je ve znamení zjednodušování podmínek sdruženého rozdělení v **bodovém poli elementárních pozorování**. Teprve **v roce 1997 se rozlišují tři provozní režimy** (obr. 1 v grafu aplikován obr. 3-3 z HCM novelizováno prosinec 1997). Pan Prof. Dr. F. Hall v článku z r. 1994 „Störungserkennung auf Autobahnen“ [lit. 5] upozorňuje na problém nástavby „Katastrophentheorie“ k základní teorii, kterou v článku rozvádí a dokladuje příkladem fundamentálního diagramu rozsáhlého bodového pole 5-ti minutových intervalů z měření na autodráze „Queen Elizabeth Way“, Toronto - 1987.

4.5 PRVOTNÍ ODHADY Z PERIODICKÉHO SČÍTÁNÍ V ČESKÉ REPUBLICE

Kapacitní strop každého úseku nebo zařízení je jeho rozhodnou charakteristikou, která působí jako bariéra proti dopravnímu proudu a je **reálnou nabídkou** správy silničních komunikací. Nesoulad spočívá v **neustálém vzrůstu po ptávky nad reálné možnosti nabídky**. V intencích těchto závěrů jsou v TP rozlišovány:

- **nabídka** - matematicko-fyzikální charakteristika úseku.
- **poptávka** - matematicko-statistická charakteristika úseku. Zjišťování je vlastní náplň TP. Existují modely, které dokáží odvodit intenzity i ve vzdáleném časovém horizontu
- **kongesce** - charakteristika důsledku překročení poptávky nad reálnou nabídkou posuzovaného úseku. Vyjadřujeme ji dobou trvání v minutách [min/den nebo min/rok; ECMT, lit. 1]

4.5.1 Zjišťování kapacity rychlostních komunikací

Kritickým okamžikem je dosažení kapacitní bariéry v úseku silniční komunikace v závislosti na momentálním poměru **B/A** [nákl. voz/všechna voz] v posuzovaném pruhu. Nutno upozornit na důležitou podmínku poměrové charakteristiky návrhové hodiny k RPDI. Porovnání s manuálem HCM můžeme znázornit graficky na základním dvouvrcholovém rozdělení souboru **$H_N = 8760$** hodin, protože parametr střední hodnoty **$H_\mu = 1/24 = 0,04167$** bude stejný v USA jako v ČR či v Německu. Pro všechny statistické soubory platí podmínka rovnováhy prvních (centrálních) momentů k RPDI, tedy i k H_μ . Podrobněji v kapitole 3. včetně sezónních vlivů i víkendových aktivit.

Mezikřižovatkové úseky - posouzení vybraných úseků jako první krok hodnocení sítě

Pro potřebu TP byly odvozeny teoretické závěry v kapitolách 3. a 4. včetně třírežimového modelu okrajových podmínek. Odhad je možný i z výběrů periodického sčítání úseku (z úplného výběru - t.j. 28 hod. ze 7 pracovních dnů a 12 hod. ze 3 nedělí - „Periodické sčítání na silniční a dálniční síti v ČR“). Jsou-li všechny sčítací dny archivovány, je tak možné přesněji definovat podmínky roku 1995 jako pravděpodobnostní odhad počátku kongescí (kapitola 4.2).

Na podkladě odvozených podmínek o rozdělení pravděpodobnosti základních souborů s rozsahy $N=24N_D$ a odvozených podmínek sezónních vlivů či víkendových aktivit můžeme vyslovit základní statistický odhad (s ekvivalentní přesností prováděných periodických sčítání v ČR) o počátku „provozní úrovně s kongesčními podmínkami“. Kritická mez je statistický odhad denního úhrnu (jízdní směry fyzicky odděleny) s předpokladem pracovních aktivit – tedy pro TYP I.

- ❑ **TYP I** - statisticky významný vliv pracovních aktivit... $RPDI \geq \frac{K_{RIT}Q}{1,50}$... [voz/24hod]
- ❑ **TYP I I** - ekvivalence pracovních a víkendových aktivit... $RPDI \geq \frac{K_{RIT}Q}{1,62}$... [voz/24hod]
- ❑ **TYP I II** - statisticky významný vliv víkendových aktivit... $RPDI \geq \frac{K_{RIT}Q}{1,74}$... [voz/24hod]

Dálnice D 26,5 - výběrová šetření

Dálniční úseky jsou kvalitativně nejlepší nabídkou s nejvyšší provozní úrovní. Jím odpovídají i deální podmínky pro vozidla v dojezdu (freeways). Výchozí podmínky jsou symbolizovány českým termínem **dálnice** znamenajícím polohu v extravilánu se standardem **2x2 pruhy** důsledně směrově oddělené. Pro poměr $B/A \leq 20\%$;

symbol „dálnice 2x2 pruhy“ - $K_{RIT}Q = 24\,000$
...[voz/24hod] pro jeden směr a všechna vozidla.

Statistický odhad počátku kongescí lze očekávat na úsecích s odhadem $RPDI$ v r. 1995

RPDI $\geq 26\,700$...[všech vozidel / 24hod] - oba směry

Na dálnici ve většině úseků nebudou víkendové aktivity statisticky významné. Počátkem vznikajících kongescí je předpoklad trvání režimu III 5 minut, t.j. více než 5 minutových intervalů bezprostředně za sebou. [lit. 1, 5]

Rozdělené komunikace s mimoúrovňovými křižovatkami R 26,5 – extravilán

Předem vyslovit statistický odhad je možné pouze ve vazbě na dálnice, protože jde o velmi podobné

podmínky. Nižší referenční rychlost nebo nižší parametry komunikace ($R\,22,5$) mohou pouze zvýšit pravděpodobnost počátku kongescí na odhadnutém $RPDI$

symbol „čtyřpruh 2x2 pruhy“ - $K_{RIT}Q = 24\,000$

...[voz/24hod] pro jeden směr a všechna vozidla

Směrově oddělené komunikace s mimoúrovňovými křižovatkami – intravilán

Na konkrétním úseku 2x2 pruhy uvnitř města Hradec Králové byl vybrán záběr kamery z nadjezdu mimoúrovňové křižovatky. Grafický rozklad v závěrečné zprávě nám dovoluje přijmout tvrzení:

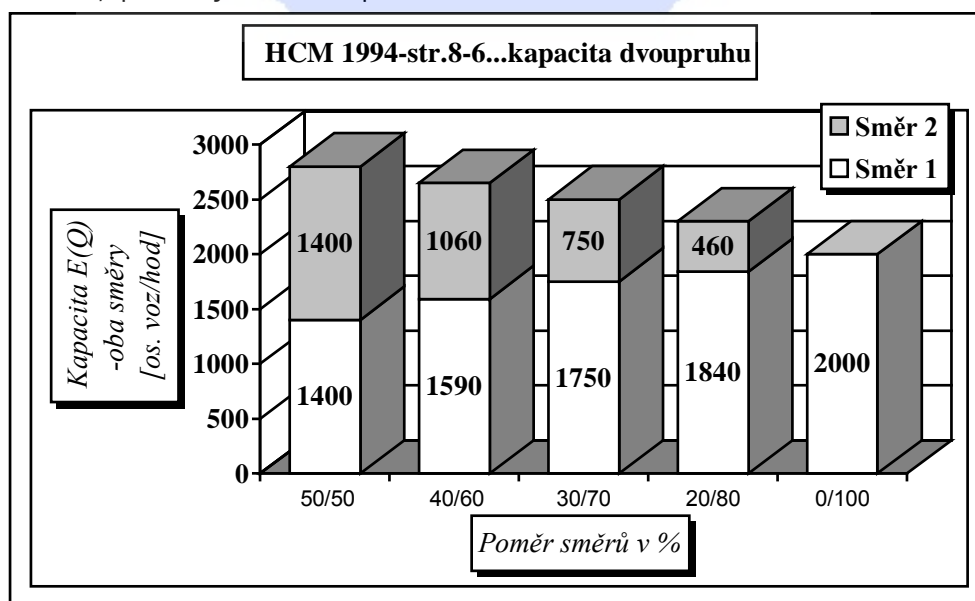
- ❑ byl podán průkaz vlivu vnitroměstských podmínek (referenční rychlost $V_R < 60$ km/hod, časté úrovně křižovatky a pod, vliv okolních úrovněvých křižovatek dosahuje až na vyšetřovaný úsek)
- ❑ podmínky kritických charakteristik úseku lze prokázat jen experimentálně a platí $\min E_1(q) < \min E_5(q) < \min E_{15}(q) < A_H < \max E_{15}(q) < \max E_5(q) < \max E_1(q)$ pro každý hodinový úhrn A_H [voz].
- ❑ podle statistických charakteristik výběrového šetření lze numericko-grafickým postupem odhadnout parametry základního souboru vyšetřovaného úseku a charakteristiku 15-ti minutového intervalu

$\max Q_{15} = 1600$ os. voz/hod/pruh;
 $\max Q_2 = 2800$ voz/hod/směr-2pruhy

4.5.2 Silnice o dvou pruzích obousměrná

Proti komunikacím s oddělenými jízdními směry přibyl složitější manévr předjíždění. Při zpracování TP byla zvlášť věnována pozornost úsekům o dvou pruzích směrově nerozdělených. Z měření na úseku Lovosice I/8 vyplývá soulad s podmínkou obousměrné kapacity dvoupruhu v HCM 1994 [tabulka na str. 8-6; Two-lane highways, lit. 3].

$\max Q_{1+2} \leq 2 \cdot 1400 = 2800$ [voz/hod]



Obr. 10 Sloupkový diagram podle tabulky HCM 1994

Byl ověřován výpočet podle rovnice kapacity - viz obr. 19
numericko-grafický třírežimovým modelem TP - viz obr. 20

Dvoupruhy kategorie s 9,5 a užší

symbol „dvoupruh“ – $K_{RIT}Q = 8500$ voz/24hod – 2 jízdní pruhy pro oba jízdní směry

statistický odhad – výskyt kongescí lze očekávat na úsecích s odhadem RPDÍ při periodickém celostátním sčítání 1995

- ☐ **TYP I - RPDÍ ≥ 5667** [všech vozidel/24hod]
- ☐ **TYP II - RPDÍ ≥ 5247** [všech vozidel/24hod]
- ☐ **TYP III - RPDÍ ≥ 4885** [všech vozidel/24hod]

Protože každý zaznamenaný úsek má podle těchto TP archivovány polní záznamy, je možné podrobněji proniknout do provozních podmínek v profilu sčítacího úseku. Rozlišení územních podmínek však ve sčítání nenalezneme. Odhad mezí vychází z ideálních podmínek rovinatého terénu a snižuje je na horší podmínky směrové a sklonové TYPU I.

- ☐ $\geq 8\,500$ rovinatý terén
- ☐ $\geq 7\,000$ zvlněný terén
- ☐ $\geq 5\,600$ kopcovitý terén

Dvoupruhy kategorie s 10,5 a širší – výběrová šetření

symbol „dvoupruh“ – $K_{RIT}Q = 13\,000$ voz/24hod – 2 jízdní pruhy pro oba jízdní směry

statistický odhad – výskyt kongescí lze očekávat na úsecích s odhadem RPDÍ při periodickém sčítání 1995

- ☐ **TYP I - RPDÍ ≥ 8667** [všech vozidel/24hod]
- ☐ **TYP II - RPDÍ ≥ 8025** [všech vozidel/24hod]
- ☐ **TYP III - RPDÍ ≥ 7558** [všech vozidel/24hod]

A pro TYP I a územní podmínky rozlišeno [všechna vozidla/den]

- ☐ $\geq 13\,000$ rovinatý terén
- ☐ $\geq 10\,500$ zvlněný terén
- ☐ $\geq 8\,500$ kopcovitý terén

4.5.3 Silnice o více pružích

Příkladem je kategorie místních komunikací MS 16,5, kde místo fyzického oddělení jízdních směrů jsou vyznačeny dvě plné dělicí čáry.

symbol „čtyřpruh“ – $K_{RIT}Q = 16\,500$ voz/24hod – fyzicky neoddělené 4 jízdní pruhy obousměrně

statistický odhad – výskyt kongescí lze očekávat na úsecích s odhadem RPDÍ při periodickém sčítání 1995

- ☐ **TYP I - RPDÍ $\geq 11\,000$** [všech vozidel/24hod]
- ☐ **TYP II - RPDÍ $\geq 10\,185$** [všech vozidel/24hod]
- ☐ **TYP III - RPDÍ $\geq 9\,485$** [všech vozidel/24hod]

A rozlišení podle územních podmínek a TYP I

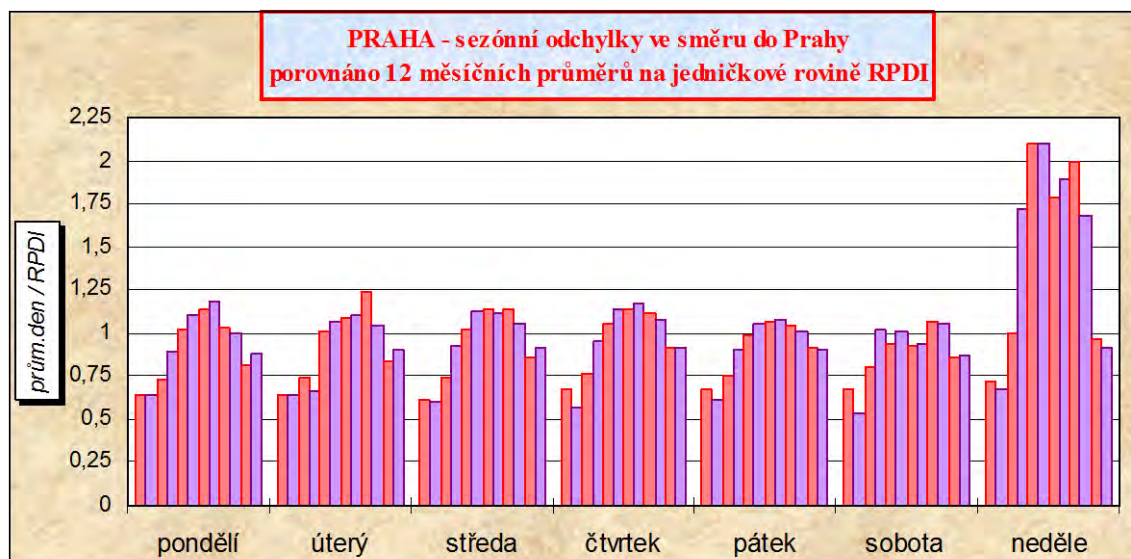
- ☐ $\geq 16\,500$ rovinatý terén
- ☐ $\geq 12\,500$ zvlněný terén
- ☐ $\geq 9\,485$ kopcovitý terén

4.5.4 Místní komunikace

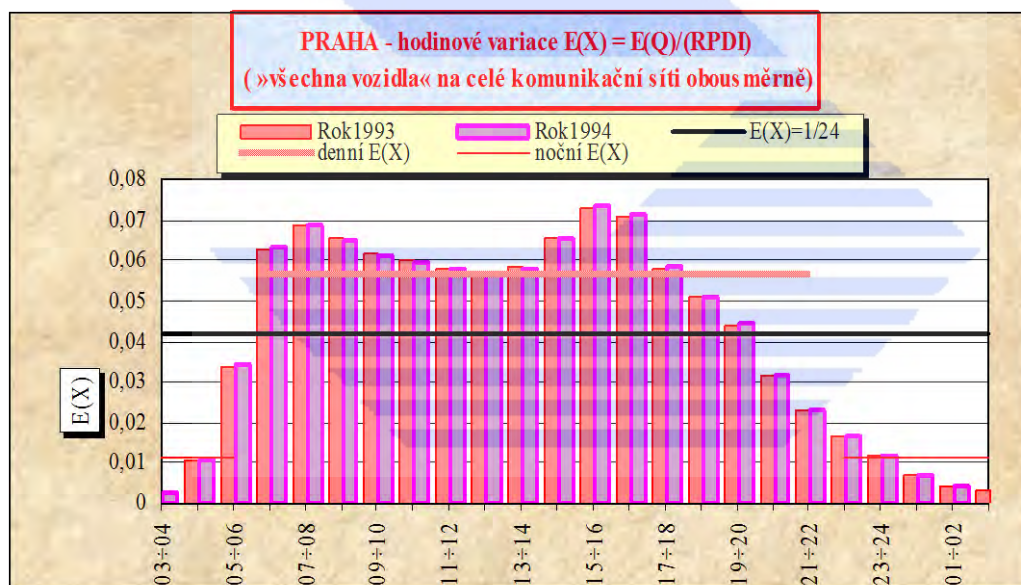
České normy problém intravilán a extravilán ve vztahu k matematicko-fyzikálním charakteristikám posuzovaného úseku rozlišují. Je pochopitelné, že chování „souboru řidičů“ bude odchylné proti extravilánu, ale referenční podmínky řidiči respektují, jsou-li jim zřetelné. Rozhodnými se stávají charakteristiky „referenční rychlost“ **$V_R = 50$ km/hod; 70 km/hod; 80 km/hod.** Současnost provozu souboru „řidičů“ se souborem „chodců“ a souborem „ostatních“ (např. kolejová do prava) bude snižovat su přema k apacitních schopností úseku v urbanizovaném území.

V hranicích každého města či obce vzniká den co den automobilová doprava „vnitřní“, která se načítá k dopravě „vnější“. Při silném poměru „vnitřní“ dopravy, která má charakter „pracovních aktivit“ obyvatel urbanizovaného území, je doprava „vnější“ a „tranzitní“ překryta. Zobecnit takový jev pro účely TP můžeme „a priori“ do podmínek:

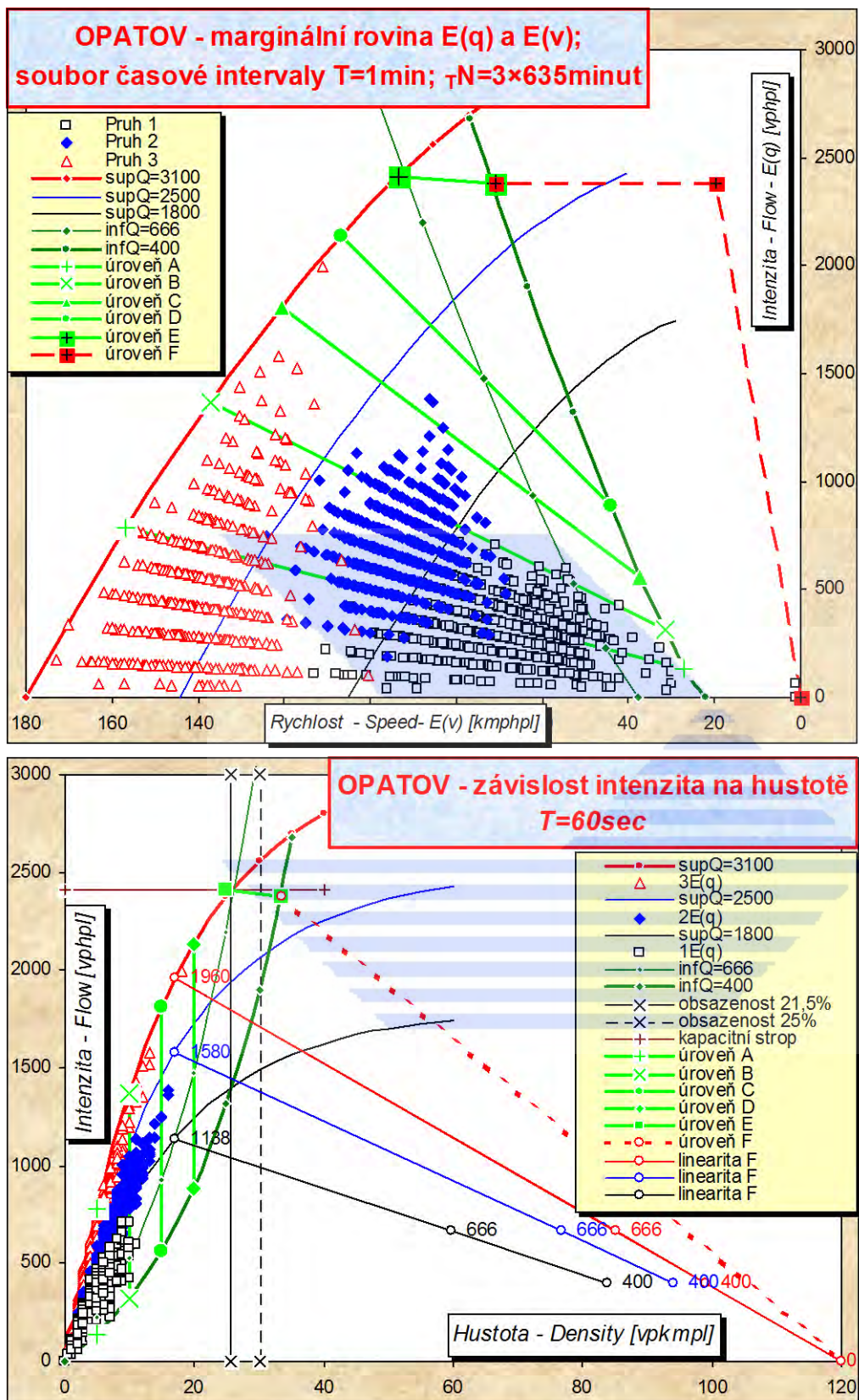
- ☐ vnitřní městské úseky budou mít převážně provozní charakter **TYP I**, jen výjimečně **TYP II** (na př. mosty přes vodoteče)
- ☐ úseky na radiálních trasách budou mít po vnějším obvodu sídelního útvaru často provozní charakter **TYP II**, velká města i **TYP III**.
- ☐ velký počet úrovnňových křižovatek bude rozhodný pro úseky mezi nimi. Křižovatky přerušující provoz ovlivní kapacitní strop o časové zdržení.

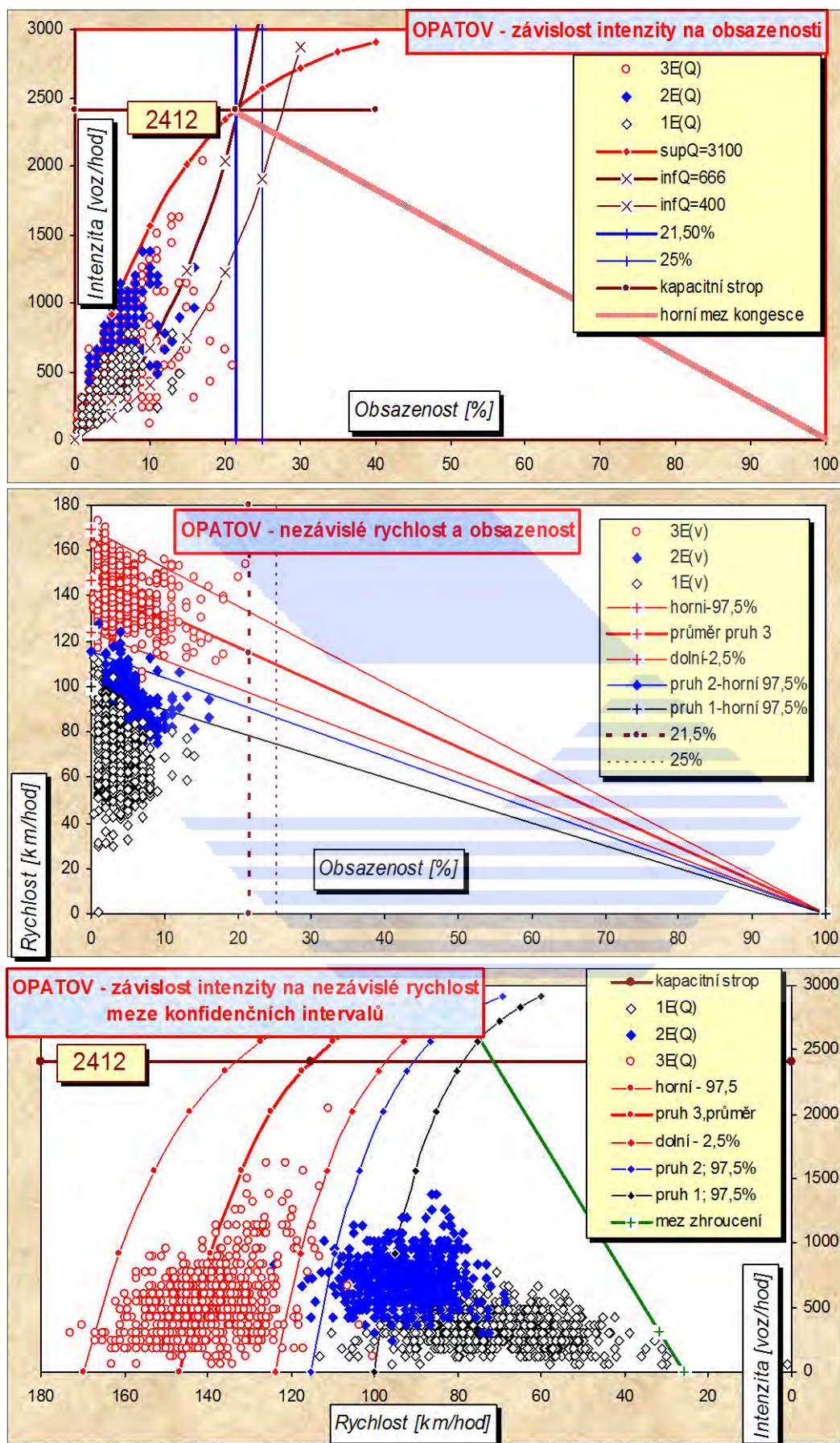
**Obr. 11 Sezónní vlivy a víkendové aktivity**

Byl vybrán jednosměrný záznam (do Prahy) všech měsíců, který dokladuje sezónní vliv ve všech dnech prakticky stejný, avšak víkendové aktivity v neděli. Obdobně ve směru z Prahy se zvýrazní pátek a sobota přibližně 50:50 z nedělního sezónního vzrůstu (7 měsíců).

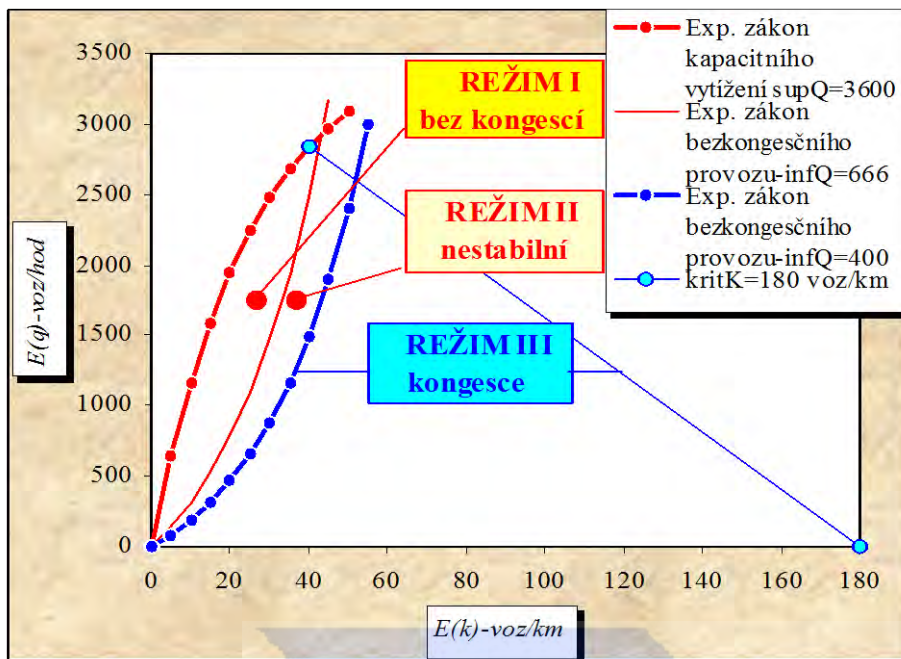
**Obr. 12 Variace průměrů**

- pro praktickou aplikaci provedena transformace parametrem RPDJ (jako jednotková míra) a k označení průměrů použit symbol stří. hodnoty $E(X)$. Je zřejmé, že ve vzdáleném časovém horizontu nemůže být relativní poměr vyšší, neboť jeho míra (RPDI) poroste rychleji než špičková hodina vlivem kapacitního stropu. Graf představuje soubor všech 8760 hodin v roce a expozice „denní“ a „noční“ je znázorněna centrálními momenty v poměru 90:10 z ročního úhrnu (podle průzkumů v Praze).

**Obr. 13 Odvození provozních úrovní**- praktický příklad s „krokem“ hustoty na každou třídu $25/5=5$ [voz/km/pruh]

**Obr. 14 Meze 95% spolehlivosti**

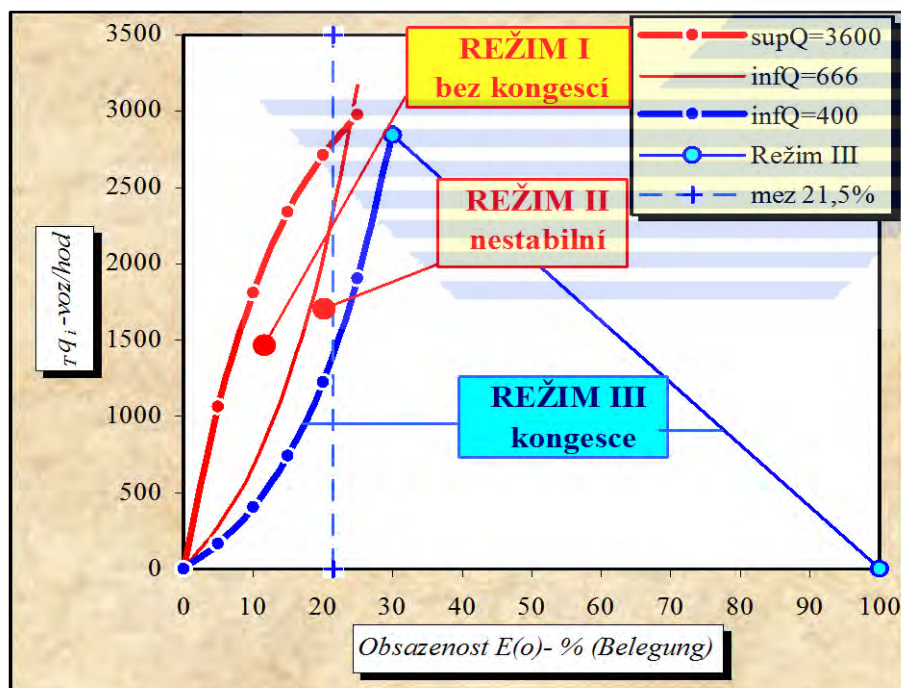
- stejné videokazety jako v obr. 3



Obr. 15 Grafické znázornění marginálních mezí bodových polí

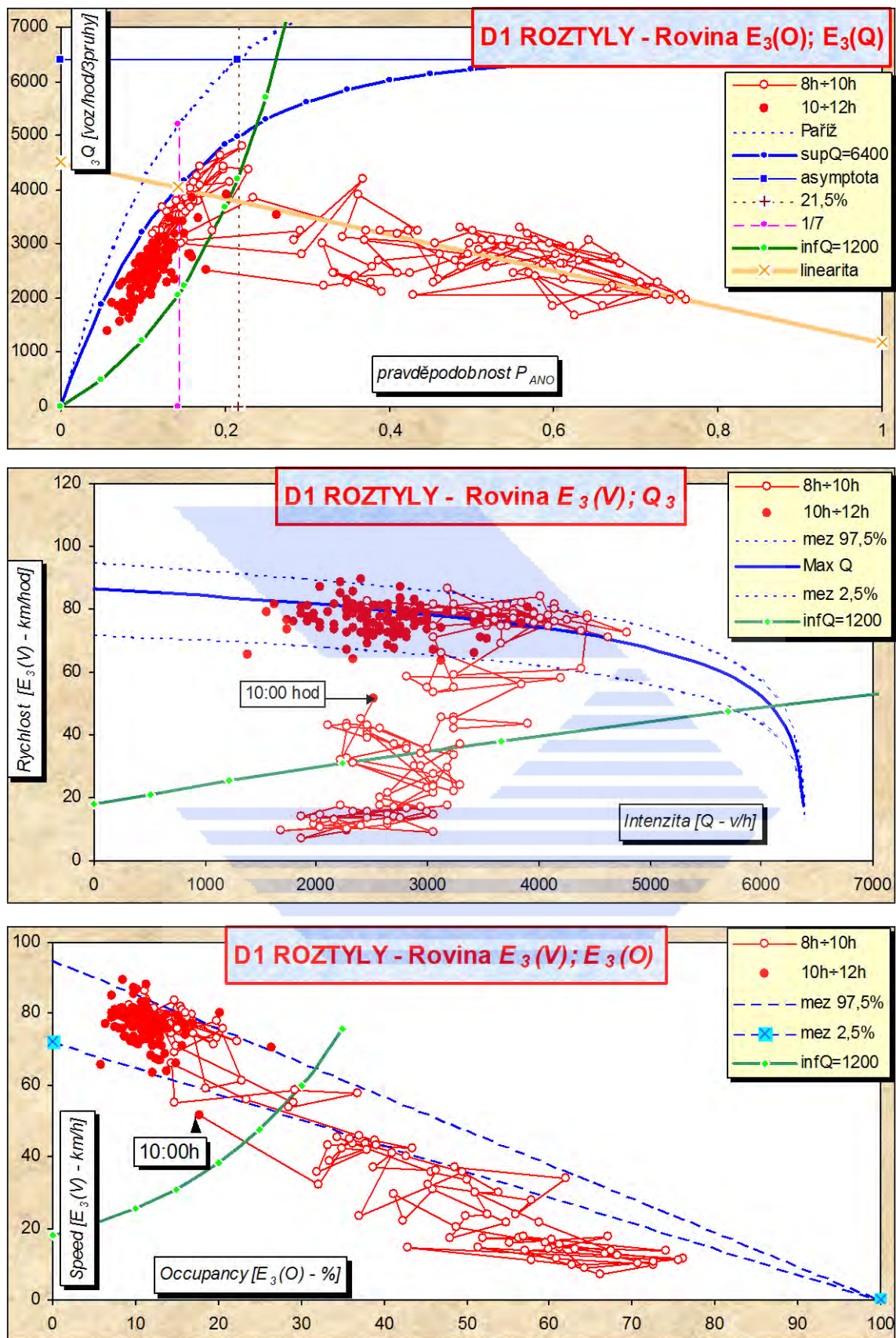
${}_T \bar{q}_i = {}_T \bar{v}_i \times {}_T \bar{k}_i$ v rovině fundamentálního diagramu nezávislé hustoty K a závislé Q pro krátké intervaly T. Tři režimy podle HCM 1998 [lit. 4]. Obor rovnice kontinuity párovaných

${}_T \bar{q}_i = {}_T \bar{v}_i \times {}_T \bar{k}_i \cong {}_T E(q_i) = {}_T E(v_i) \times {}_T E(k_i) \Rightarrow$ nezávislost!

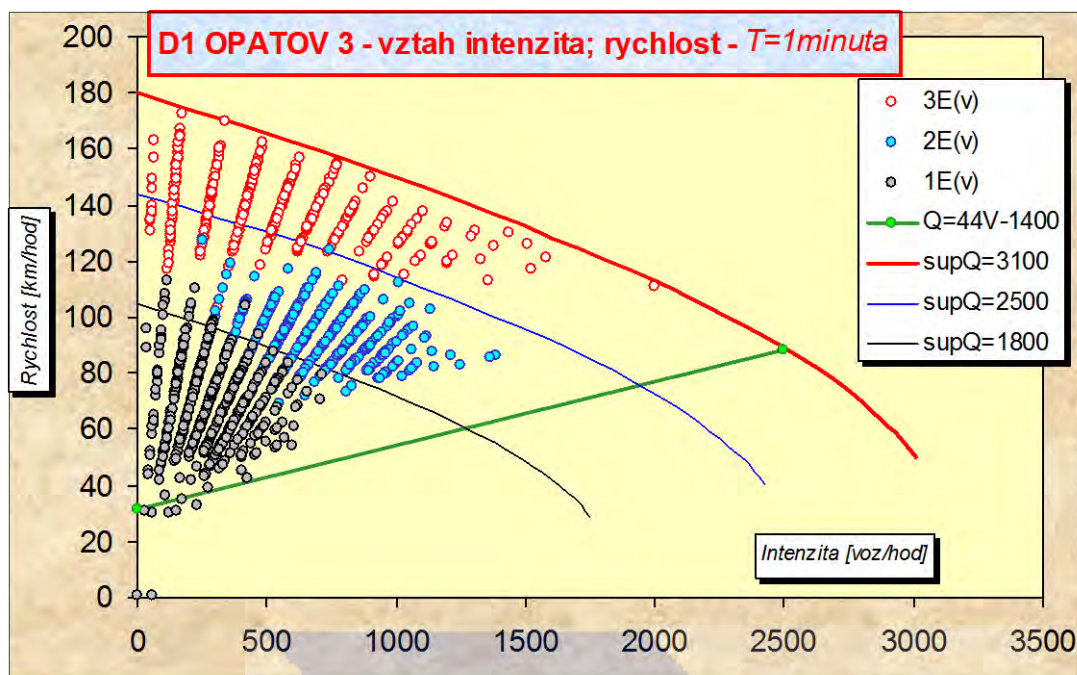


Obr. 16 Grafické znázornění marginálních mezí bodových polí

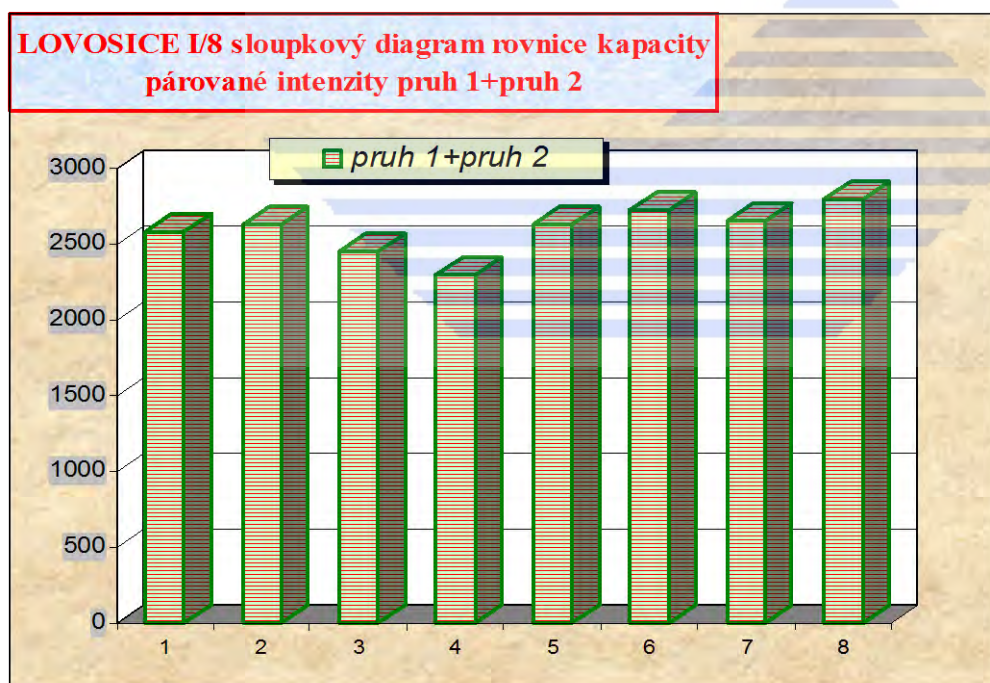
${}_T q_i = {}_T a_i \times \frac{3600}{T}$ v rovině fundamentálního diagramu nezávislé obsazenosti O a závislé Q pro krátké intervaly T. Stejně Exponenciální zákony jako v obr. 4.

**Obr. 17 D1 Roztyly**

- výběrové šetření ze tří pruhů na směr do Prahy - posloupnost dvou výběrů
 rozsah 2×120 min. interval - $E_3(Q)$ [voz/h/3pruh]

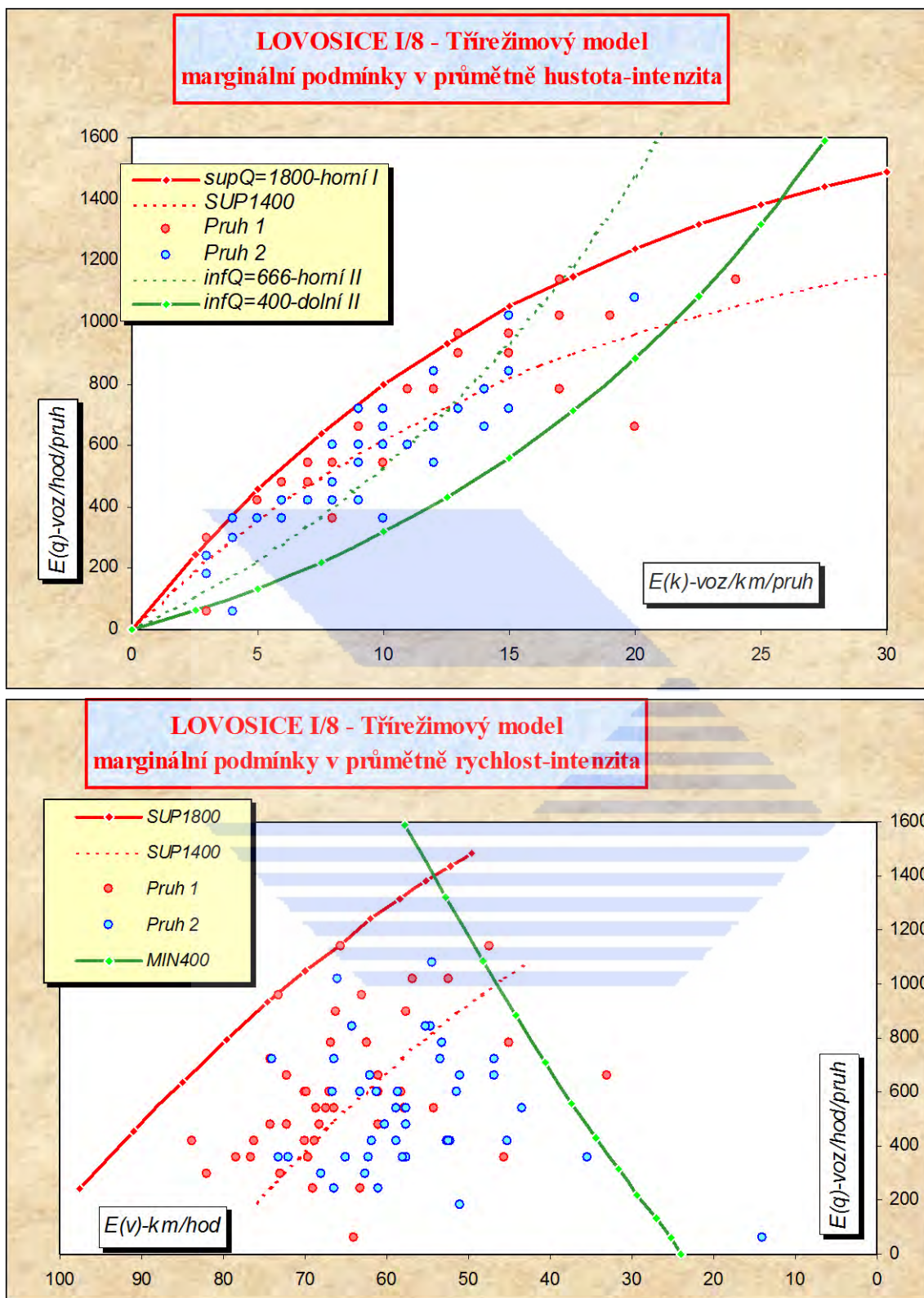


Obr. 18. D1 Praktický příklad vztahu intenzita-rychlost,
kdy okrajové podmínky bodových polí jsou odvozeny z exponenciálních křivek s parametry $supQ$
(podle skladby vozidel) a odhadu kritické hustoty $\gamma_K = 120 \text{ voz/km}$ - „jam density“.



Obr. 19 Ověření párovaných intenzit rovnicí kapacity

$${}_{1+2}E(q) \cong 3600 \times [{}_1E(v/L) + {}_2E(v/L)] \leq 2800 \dots \text{voz/hod/2pruhy}$$

**Obr. 20 Numericko-grafický průkaz podílu $\approx 50:50$,**

při kterém skutečně je naplněna podmínka HCM... $MAX Q_{1+2} \leq 2 \cdot 1400 = 2800$ [voz/hod/obousměrně].

Z porovnání jsou zřejmé nejen **ekvivalentní podmínky obou pruhů**, ale i vhodnost modelu k odvození příčinných souvislostí v provozních podmínkách 2 pruhů na 2 směry. Interval $T = 1$ minuta



KONGESCE A JEJICH OMEZOVÁNÍ

1. PODMÍNKY NESTABILITY DOPRAVNÍHO PROUDU

1.1 VÝZNAM A PODSTATA KONGESCE

1.1.1 Význam termínu kongesce

Kongesce znamenají kolony s stojícími nebo popojíždějícími vozidly, časové ztráty cestujících, nespolehlivost doby cest.

Zatímco příznaky kongescí jsou snadno rozeznatelné, termín sám není dosud řádně definovaný. Často je definice a hodnocení kongesce velmi subjektivní, protože zatím nebyly dohodnuty ustálené metody měření kongescí. Zadáme-li se na podstatu kongescí v městském prostředí komunikační sítě a hledáme-li možné definice či způsoby řešení, byla navržena jako praktická měřítka pro hodnocení:

- ☐ provozní úroveň úseku F
- ☐ doba trvání kongesce T_F (minut)
- ☐ index kongesce I_K

Kolona rozumíme řadu vozidel v jízdním pruhu bez možnosti předjetí, ovlivněnou prvním vozidlem. Kolona z hlediska vzájemného ovlivnění počíná u 2 vozidel. Z hlediska hodnocení kongescí se jedná o kolonu 20 a více vozidel, jejichž rychlost kolísá až po případné zastavení. Stojící kolonu nazýváme **fronta**.

1.1.2 Podstata kongescí v městském a extravilanovém prostředí

Příčiny kongescí jsou jednoduché. Když dopravní poptávka se přiblíží nebo překročí kapacitu komunikační sítě buď lokálně nebo v celém území, potom se vytvářejí kolony vozidel, které způsobují zdržení. Čím je větší poptávka, tím jsou větší stojící a popojíždějící kolony a tak je zapotřebí delší cestovní doba. Je to kolaps normálního plynulého pohybu dopravy, jehož důsledky narůstají s prodlužováním kongescí.

Fronty vozidel u izolovaných křižovatek mimo město mají stejné příčiny, tj. nedostatečnou kapacitu jednotlivých vstupů. Fronta u izolované křižovatky představuje jedno konkrétní zdržení podél úseku cesty, které se může nahodit v určité denní době. Pokud jsou takové fronty pravidelné, řidiči akceptují taková zdržení jako normální na křižovatce a něco, co může být tolerováno jako součást cestovní doby.

V městském prostředí řidiči očekávají určité zdržení na křižovatkách jako odpovídající výsledek způsobu řízení na křižovatce a fronty vytvářené vozidly. Taková zdržení jsou rovněž akceptována jako součást normální cestovní doby. Avšak pokud nastanou fronty na křižovatkách podél trasy, které jsou delší než normální a které znamenají zdržení, které je rozsáhlejší než obvykle (zpravidla jeden signální cyklus nebo 1,5 min., označují tento jev jako **kongesci** a tento nárůst zdržení označují jako **ztrátový čas**. Za takovýchto podmínek se někteří řidiči stávají frustrovanými, agresivními nebo vyhledávají alternativní trasy na síti komunikací tak, aby se kongesci vyhnuli.

Komunikace v městském prostředí jsou navzájem provázány křižovatkami a vytvářejí síť, která je specifi-

kem městských kongescí. Vozidla pohybující se po síti kříží své trasy na křižovatkách a tak se vytvářejí nevyhnutelné fronty u těchto křižovatek. Vzhledem k relativně krátkým spojnicím mezi křižovatkami fronta u jedné křižovatky může narůstat zpět proti proudu k předchozí křižovatce a zablokovat tak volný pohyb dopravy již u této křižovatky. Pokud dopravní poptávka narůstá, potom se může fronta vozidel rozšířit dále a ovlivnit více křižovatek, což vede ke kolapsu normálního pohybu dopravy přes křižovatky a zablokování vozidel v křižovatce navzájem. Pokud zablokované spojnice zablokují několik křižovatek tímto způsobem, vznikne tzv. **"Grid Lock"** čili blokáce v mříži, v které se doprava v celém území zastaví.

Pokud toto nastane, doprava pokračuje ve svém vstupu do sítě a tím zvyšuje problém, rozšiřuje oblast "Grid Locku". **„Grid Lock“ ve skutečnosti představuje nejzávažnější formu kongesce, jak pro řidiče, tak pro řízení dopravy.** Signalizace v pevném cyklu ztrácí smysl, není respektována a není sama schopna přispět k uvolnění blokáce. Na druhou stranu mají řidiči volbu trasy po síti. To umožňuje řidičům minout oblasti kongesce (pokud mají odpovídající zkušenost nebo informaci), ale je možné a pravděpodobné, že řidiči vyhledávající alternativní trasy budou ve skutečnosti přispívat ke kongesci v jiné oblasti, čímž se naopak kongesce rozšíří. Délka spojnic (hustota křižovatek) předurčuje počet vozidel, která mohou být kumulována ve frontách, než fronty začnou ovlivňovat předchozí křižovatku.

Druhy křižovatek, metody řízení křižovatek a jakékoliv spojnice mezi křižovatkami řízenými světelnou signalizací, stejně jako provoz jednosměrných komunikací tedy ovlivňují způsob, jakým budou kongesce narůstat.

Dalším prvkem, ovlivňujícím charakter kongesce v městském území je kolísání úrovně dopravní poptávky v průběhu dne, obvykle s výrazným špičkovým profilem ranního a odpoledního špičkového období. Dopravní nárok při těchto špičkách často překračuje kapacity místní sítě a vytváří kongesce. Rozsah jakékoliv kongesce záleží jak na maximální míře poptávky, tak na jejím vztahu ke kapacitě, která je k dispozici a na trvání zvýšené poptávky. V některých sídelních útvarech nebo jejich částech je úroveň dopravní poptávky velmi vysoká dokonce i mezi obdobími dopravní špičky a podmínky kongesce se vyskytují podél některých tras po většinu dne.

Mimořádnosti v síti, jako je nehoda, závada nebo jiné krátkodobé rušení provozu (společně **incident**), mohou způsobit prudký nárůst front nad obvyklý denní rámeček. Takové fronty se mohou zvětšovat a vést ke kongesci, která je mimo všechny proporce k velikosti vlastního incidentu.

1.2 MĚŘENÍ KONGESCE

1.2.1 Potřeba definování nebo měření kongescí

Před pokusem definovat termín kongesce nebo vytvořit měřítko kongesce, je užitečné se podívat na skutečnou potřebu definování a měření tohoto jevu.

Především je třeba umět z poznatků kde a za jakých podmínek kongesce vznikají, určit předem ty části sítě (úseky, křižovatky), kde je nebezpečí vzniku kongescí akutní. Dále je nezbytné analyzovat správně příčiny vznikajících kongescí a navrhnout a realizovat opatření, které vzniku kongescí zamezí nebo je minimalizují.

Přesné definování kongesce a nebo způsob měření úrovně kongesce mohou být užitečné pouze tehdy, když slouží nějakému reálnému účelu. Je řada důvodů pro které jednotlivci i organizace vyžadují informace o kongescích:

1. Dopravní manažeři a inženýři (správce komunikace) potřebují okamžité zhodnocení a nebo změření úrovně kongesce v celé síti a nebo v její části pro účely rozhodování a způsobu zavedení co nejúčinnějších řídicích strategií. Předpověď budoucích kongescních úrovní je rovněž nezbytná pro účely strategického plánování, aby byla i identifikovatelná nezbytnost zlepšení sítě a výstavba komunikací nebo zlepšení způsobu řízení dopravy. Přesná definice kongesce není pravděpodobně důležitá, ale praktické měření nebo rozpoznání její úrovně je nezbytné.
2. Obchodní organizace, které dodávají zboží a dopravní operátoři potřebují informace o současné a budoucí úrovni kongescí, protože ty přímo ovlivňují ekonomiku dopravních služeb, tzv. nezbytný počet vozidel, načasování cest atd., a ovlivňují spolehlivost provozu. Pro tyto organizace je měření podstatně důležitější a užitečnější než vlastní definice kongesce.
3. Řidiči všeobecně potřebují mít informace o úrovni a rozsahu kongescí, které existují v době jejich cesty, vzhledem k tomu, že to může ovlivnit jejich trasy a dokonce i čas začátku cesty. Účinek kongesce na spolehlivost cestovní doby je rovněž závažný. Přesná definice kongesce rovněž není důležitá, ale stanovení její okamžité úrovně je užitečné.
4. Efektivní provoz záchranných služeb je zjevně ovlivněn kongescemi a je zde třeba okamžitá informace a lokalizace kongesce v síti pro účely plánování trasy v čase, kdy potřeba nouzového zásahu vznikne. Přesná definice kongesce opět není důležitá.
5. Další skupiny, jako jsou chodci a místní obyvatelé jsou ovlivněni dopravními podmínkami a dotýká se jich jejich účinek na kvalitu životního prostředí. Přesná definice kongesce není důležitá, ale informace o úrovni kongescí během dlouhých časových období může být významná pro zvyšování bezpečnosti silničních podmínek, snižování emisí atd.

Všeobecné zkoumání shora uvedené potřeby informace o kongescích předpokládá, že z praktických důvodů přesná definice kongesce není důležitá, neboť každý ví v obecné podobě, co to kongesce je. Významnější je ale měření úrovně kongesce v aktuálním čase tak, aby bylo použitelné pro rozhodovací účely. Přestože přesná definice kongesce není nezbytná, je žádoucí, aby metoda měření kongesce byla vztažena k určité

definici, interpretovatelné pro stejný druh dopravních podmínek v různých městech. Je rovněž žádoucí, aby lidé užívali stejných termínů, pokud hovoří o různých úrovních kongesce. Tyto podmínky jsou diskutovány v příštích odstavcích.

1.2.2 Definice a měření kongesce

1.2.2.1 Obecně

Hlavní problém v pokusech definovat termín kongesce je identifikovat hledisko, které má být měřeno. Různorodost dopravních hledisek byla zvážena různými autory, ale mohou být hodnocena pouze charakteristikami uživatelů – **rychlost** (km/hod) a **hustota** (voz/km) nebo její ekvivalent **obsazenost (%)**, které lze dobře měřit. Většina má praktické použití pro městské oblasti, avšak vyžaduje měření v konkrétních podmínkách. V případě izolovaných křižovek je kongesce zjednodušeně v přímé vazbě na přímou poptávku, která je uspokojena vzhledem ke kongesci a může být interpretována tak, že **stanovuje délku fronty a zdržení**. Na příklad provoz v městské síti s řízením křižovek nezávisle jedna na druhé vede k neustále narůstajícím potížím a jedině výběrovým šetřením dopravních podmínek lze podat průkaz vedoucí k účinným opatřením.

Významným faktorem v městských kongescích je vzájemný účinek mezi křižovatkami, který vede k zabíjení. Je pak dokonce ještě nejsnadnější definovat a měřit, která kombinace z obou vlivů: **zpětné vzdutí** či **vzájemné zablokování** je aplikovatelná k různým městům, jejichž relace poptávky k vzniku zablokování se mohou významně lišit s typem sítě. Proto byla původně jako indikátor kongesce využita rychlost a byla prováděna po řadu let série měření pro zjištění průměrné rychlosti v Londýně a dalších městech v různých časových obdobích.

Pokles rychlosti je často užíván k hodnocení nárůstu úrovně kongescí. Ale průměrná rychlost v síti všeobecně klesá se vzrůstající dopravní poptávkou, i když nárůst sám o sobě nemusí nezbytně vytvářet ovlivnění mezi křižovatkami, které jsou základní příčinou městských kongescí. Proto rychlost sama o sobě není spolehlivým měřítkem stanovení úrovně kongesce.

Další základní způsob měření a hodnocení kongescí je proto užíván na základě nejpřímějších důsledků kongesce, kterými jsou zejména **cestovní časy**. Pro danou cestu z bodu **i** do bodu **j** v síti je přídatný cestovní čas ($d_{i,j}$), převyšující volný a kongescemi neomezený cestovní čas ($t_{i,j}$) na cestu měřítkem kongesce, již byla cesta postižena vzhledem k přítomnosti dalších vozidel. Porovnáním měrné spotřeby času ($t_{i,j}$) na cestu po trase nezátížená vozidla se spotřebou času ($t_{i,j} + d_{i,j}$) na stejnou cestu vozidly zatíženou získáme **index kongesce** $K I_{ij}$, určité cesty v určitých provozních podmínkách jako poměr úhrnů:

$$K I_{ij} = \frac{\sum_{i,j} (d_{i,j} + t_{i,j})}{\sum_{i,j} t_{i,j}} \geq 1$$

O poměrech úhrnů budou platit matematicko-statistická pravidla a bude existovat kritérium podmínky:

$$\min_K I \approx I_{\leq K} \bar{I} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (d_{i,j} + t_{i,j})}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_{i,j}} < \max_K I$$

V praxi je výskyt a rozsah kongescí v síti proměnný s časem a podléhá špičkám ve vývoji poptávky. Proto i index kongesce v definované síti města je závislý na okamžité dopravní poptávce. Spotřeba času na nezátíženou síť musí respektovat veškeré provozní podmínky dané fyzikálními charakteristikami sítě, nezávislými na dopravním zatížení, které zahrnují povolenou rychlost jízdy, závislou na charakteru komunikace, respektování křižovatek, světelných signalizací a dopravního značení, které ovlivňují dobu jízdy, včetně obvyklých pouličních dopravních aktivit, jako je parkování podél komunikace a obsluha přilehlého území (dodávka zboží a pod.).

Hodnocení indexu kongesce v komunikační síti se dá jen velmi obtížně provádět měřením jízdních dob v reálných provozních podmínkách, ale zcela reálně se dá provádět **modelovacími technikami přiřazení objemu dopravní poptávky k d efinované komunikační síti**. Měření času jednotlivých cest pak slouží pro kalibraci modelu.

1.2.2.2 Makroekonomická hlediska pro harmonizaci měření silničních kongescí

Obvyklou odpovědí ekonomů, jak měřit kongesce v silniční infrastruktuře je porovnat průměrnou intenzitu s kapacitou infrastruktury. Avšak, ačkoliv lze odpovídajícím měřením zjistit počet vozidel užívajících daný úsek komunikace, tedy intenzitu, neposkytuje tento údaj přesnou indikaci kongescí, zvláště když je obsazenost (occupancy) komunikace zřídka saturována.

Nelze spoléhat na intenzitu (flow) k hodnocení převažujících dopravních podmínek daného profilu v čase, je nutno rovněž hodnotit rychlost vozidel a obsazenost komunikace.

Dále je rozvedena sada makroekonomických dopravních - inženýrských měřítek, které umožňují popsat dopravní podmínky v silniční síti.

Stručná definice užívaných termínů

Jak již bylo řečeno, jsou užívány 3 charakteristiky dopravního proudu v dopravní analýze: **rychlost V, intenzita Q, a hustota K**. Pro účely automatického rozpoznání poruchy v dopravním proudu a rychlého rozhodnutí byla odvozena charakteristika **obsazenost O(%)** (Occupancy Rate). Intenzita je kvantitativní ukazatel využití infrastruktury, v porovnání ke kapacitě, která je d efinována jako maximální intenzita vozidel, která může prvkem komunikace za daných podmínek projet.

Intenzita (Rate of Flow): - znamená počet vozidel které projedou daným profilem v časovém intervalu **T**. Do 15-ti minutového intervalu můžeme ještě hovořit o homogenním dopravním proudu. Intenzita (voz/hod) je tedy přepočtem změřeného intervalu na hodinu.

Úhrn (Volume) je počet vozidel za hodinu nebo delší časovou jednotku.

Obsazenost: - je definována jako podíl z doby měření, po který je měřicí senzor obsazen vozidly. Míra obsazenosti může být snadno měřena elektromagnetickou smyčkou zapuštěnou v krytu vozovky, která eviduje dobu obsazení, nebo videodetekcí na zařízeních Telemat TD, Autoscope nebo Traficon.

Na diagramech v předchozí části je demonstrována závislost souboru časových intervalů $T \in (1 \div 15 \text{ minut})$ měření mezi intenzitou a rychlostí, mezi intenzitou a obsazeností v % s vyznačením **kapacitního stropu** (zjištěného statistickým zpracováním dat), **kritické míry obsazenosti a volné rychlosti (free speed)**. HCM (Highway Capacity Manual), který je bezesporu nejvyšší a nejaktuálnější pomůckou dopravních inženýrů, definuje 6 stupňů kvality dopravních podmínek na komunikacích, označených A - F. **Stupeň kvality** (LoS) odpovídá nejen rychlosti, ale zejména volnosti manévrování a vzájemným odstupům vozidel. Volnost manévrování a odstup vozidel bezprostředně souvisí s hustotou vozidel na vozovce a tedy i s mírou obsazenosti.

Stupeň kvality dopravního proudu může být vyjádřen ve vztahu k rychlosti, nebo míře obsazenosti. Průměrná rychlost může být porovnávána s referenční nebo **volnou rychlostí**, což je rychlost, kterou řidič pojede při hustotě menší než 6 vozidel/km, a není tedy omežován ostatními vozidly.

Šest stupňů kvality A-F odpovídá postupně se zvyšující hustotě vozidel na komunikaci a současně klesající rychlosti. Byly nazvány „provozní úrovně“¹.

V následující tabulce jsou uvedeny kvantitativní parametry pro jednotlivé stupně na dálnici, které jsou popsány kvalitativně následovně:

Stupeň kvality A - zcela nerušené dopravní podmínky. Žádné vozidlo není významně ovlivněno jinými vozidly na komunikaci. Řidiči mají úplnou volnost manévrování. Hustota vozidel je **0 < K ≤ 6** (voz/ km/pruh). Průměrná rychlost je velmi blízká volné nebo referenční rychlosti.

Stupeň kvality B - volné a nerušené dopravní podmínky, ale je již nutno začít brát ohled na ostatní vozidla. Hustota vozidel je **6 < K ≤ 10** (voz/km/pruh). Nepravidelnosti ve způsobu jízdy jsou snadno absorbovány bez vlivu na dopravní proud.

Stupeň kvality C - popisuje dopravní podmínky, při kterých vozidla užívající komunikaci se již zjevně ovlivňují ve volnosti manévrování. Hustota vozidel je **10 < K ≤ 15** (voz/km/pruh). Malé rušení proudu je stále snadno absorbováno, větší však již má za následek okamžité vytváření kolon.

Stupeň kvality D - Shluky vozidel začínají výrazně omezovat jízdní rychlost a volnost manévrů. Střední

¹ Toto označení, které v ČSN 73 61 01 je suplováno termínem požadovaná jízdní rychlost, se i nadále spontánně užívá v číselném hodnocení kvality provozu na komunikacích v hlášeních zelené vlny.

turbulence v proudu vozidel mohou vést až ke stupni kvality F, neboť hustota vozidel již neumožňuje jejich vstřebání. Hustota vozidel je $15 < K \leq 20$ (voz/km/pruh).

Stupeň kvality E – popisuje dopravní podmínky v okolí meze stability dopravního proudu. Někdy je takový stav nazýván saturem tokem. Jakékoliv nepravdivosti (turbulence) vedou ke stupni kvality F. Hustota vozidel je $20 < K \leq 28$ (voz/km/pruh).

Stupeň kvality F – zhroucení nezávislé rychlosti do závislosti na hustotě znamená kongesci. Kritická místa, vznikající buď stávající geometrií komunikace nebo mimořádnou událostí, vytvářejí vzdutí dopravního

proudu, vedoucí k vzniku dopravní zácpy. Proud vozidel je přerušovaný, vozidla popojíždějí. Počet příjíždějících vozidel je větší, než počet vozidel schopných projet vzniklým hrdlem. Důvodem hrdla je křižovatka, mimořádná událost, připojení jiné komunikace, průpletový úsek, snížení počtu jízdních pruhů a pod. Zhroucení nastává když poměr poptávky k aktuální kapacitě přesahuje 1.0. Tento stav se může propagovat proti příjíždějícímu proudu, zatímco z a k apacitním hrdlem se provozní podmínky ihned zlepšují (nejsou-li ovlivněny dalším hrdlem). Hustota vozidel je $K > 28$ (voz/km/pruh).

Tab. 1 Základní jednotky pro stanovení měřítka kvality – provozní úroveň (anglický ekvivalent LoS)

Typ zařízení	Měřítka kvality
Dálnice a silnice pro motorová vozidla <ul style="list-style-type: none"> ➤ mezikřižovatkové úseky ➤ průpletové úseky ➤ rampy 	Hustota (voz./km/pruh) Hustota (voz./km/pruh) Intenzita (voz./hod)
Vícepruhové komunikace	Hustota (voz./km/pruh) Referenční rychlost (km/hod)
Dvoupruhové silnice Signalizované křižovatky Nesignalizované křižovatky Městské třídy	Časové zdržení (%) Průměrné zdržení – zastavení (s/voz) Průměrné celkové zdržení (s/voz) Průměrná cestovní rychlost (km/hod)

Uvedené stupně kvality A-F jsou v následující tabulce kvantifikovány na základě kritéria maximální hustoty pro rychlostní komunikace podle HCM 1997.

Tab. 2 Stupně kvality

Stupeň kvality (provozní úroveň)	Maximální hustota (voz/km/pruh)	Poměr minimální a referenční (volné) rychlosti	Poměr intenzity/kapacity (osobní voz.)
A	6	1,0	0,24 – 0,29
B	10	1,0	0,39 – 0,47
C	15	0,96 – 1,0	0,59 – 0,68
D	20	0,87 – 1,0	0,78 – 0,85
E	28	0,72 – 0,89	1,0
F	> 28	< 0,72	< 1,0

Uvedené hodnoty podílu rychlosti dle HCM 1997 prokazují stále vyšší schopnost řidičů a vozidel udržet při zvyšující se hustotě vysokou rychlost jízdy. Sledování dopravního proudu v českých podmínkách je nutným porovnáním s předpoklady HCM. Při modelování dopravní prognózy pomocí přiřazení dopravní poptávky na síť je standardní metodou vztah průměrné rychlosti ku průměrné intenzitě. Dopravní proud je základní proměnnou pro ekonomické hodnocení kongescí. Intenzity dopravního proudu v městském i meziměstském prostoru mají významné variace v průběhu dne, týdne, i ročního období. Z hlediska četnosti výskytu určitých hodinových intenzit lze rozlišit charakteristické podíly z ročních aktivit účastníků provozu, kde základním typem je

- ❑ **TYP I** - převládají aktivity pracovního dne
- ❑ **TYP II** - pracovní den ekvivalentní víkend
- ❑ **TYP III** - významné víkendové aktivity

Z ročního rozdělení hodinových intenzit lze odvodit výskyt intenzit, které vedou k nedostatku výkonnosti dopravního systému proti poptávce a vzniku stupně

kvality F. Je tedy důležité stanovení intenzity n-té hodiny k úsudku, zda a v jakém časovém rozsahu z ročního úhrnu 8760 hodin dojde na komunikaci ke kongescím podmínkám.

Pro **měření výskytu a závažnosti kongescí** je třeba zjistit časový rozsah špičkových intenzit, ve kterých dochází k zhroucení dopravního proudu na úroveň F, to znamená k vyčerpání vybudované kapacity, **aby mohla být kvantifikována ztráta času a nárůst provozních nákladů (včetně spotřeby pohonných hmot a nárůstu emisí).**

Analýza je založena na dvou zásadách:

1. Stanovit základní časovou jednotku hodnocení dopravních podmínek (den, hodina, čtvrt hodina, 5 min.) Úvahy o kvalitě dopravního proudu jsou založeny na časovém intervalu $T \leq 15$ minut (Rate of Flow), kdy je ještě vystižena jeho homogenita.

2. Provést standardní dopravně - inženýrský výpočet pro identifikovaná časová období a stanovit odpovídající průměrné intenzity a hustotu vozidel.

Pro uplatnění výše uvedeného postupu musí být k dispozici potřebná data, získávaná měřícím systémem a zpracovaná v monitorovací stanici. Shromážděná data z monitorování dopravy umožňují následně hodnotit následující:

Tab. 3 Kritéria pro hodnocení výskytu a závažnosti kongescí

Kriterium	Odhady na intervalu $T = 15 \text{ min.}$	Význam
Průměrné intenzity a míra využití kapacity	intenzita	Absolutní a relativní využití infrastruktury
Poměr mezi kapacitou a intenzitou ve špičkových hodinách a obsazenost komunikace	intenzita, obsazenost	Nesoulad mezi špičkovou intenzitou a špičkovou poptávkou
Počet hodin v roce, kdy obsazenost překračuje stanovenou mez	obsazenost	Časové rozšíření špičkových hodin
Počet dotčených (ovlivněných) vozidel	Intenzita a obsazenost	Rozsah dopadu kongescí na dopravu
Časová ztráta dle stupně kongesce	Intenzita a obsazenost	Určení časových ztrát podle typu dopravních podmínek: plynulá, vysoká hustota, saturace
Ztráta z poklesu intenzit vlivem stupně kongesce	intenzita, obsazenost	Určení velikosti funkční nedostatečnosti

Dopravní síť má prostorové rozměry. Komunikace v síti nemají jednotnou charakteristiku, avšak jejich využití je často vyvoláno převisem dopravní poptávky více, než jejich samotnou atraktivitou v systému.

Kapacita určitého komunikačního prvku (např. městského okruhu) je proměnná a závislá na řadě faktorů (neproměnných a proměnných parametrech) a je žádoucí hodnotit (v každém směru zvlášť):

- ☐ poměr průměrných intenzit a max. Q (nabídnutá kapacita za ideálních podmínek)
- ☐ poměr špičkových intenzit a max. Q (nabídnutá kapacita za ideálních podmínek)
- ☐ četnost výskytu vysokých intenzit v roce a charakter jejich převažujícího výskytu podle typu I, II, III.

(na př. průměr z výběru 400 hodin nejvyšších intenzit ze souboru $24 \times 365 = 8760$ hodin, nebo souboru $8 \times 365 = 2920$ až $4 \times 365 = 1460$ hodin, průměr z 1000 hodin nejvyšších intenzit atp.)

1.2.2.3 Aplikace prováděných analýz dopravních podmínek

V podmínkách saturovaného toku dochází k rozdílu mezi nabízenou kapacitou a skutečně docilovanou intenzitou vozidel. Tato ztráta odpovídá objemu kapacity, která nemůže být využita z důvodu kongesce. Stanovení této ztráty může být provedeno na základě míry obsazenosti komunikace.

Kombinací tří ukazatelů:

- ☐ procenta vozidel ovlivněných kongescí
- ☐ časové ztráty v porovnání se stavem volných dopravních podmínek (free speed)
- ☐ ztráty kapacity v porovnání s dostupnou kapacitou

Ize stanovit průměrné dopravní podmínky na komunikaci z makroekonomického hlediska.

Tab. 4 Makroekonomické zařídění dopravních podmínek

Dopravní podmínky	% ovlivněných vozidel z celkového počtu vozidel v proudu	% ztrátového času z času stráveného na komunikaci	% ztráty kapacity v porovnání s nabízenou kapacitou
plynulé	nízké	nízké	nízké
silné	vysoké	nízké	nízké
husté	vysoké	vysoké	nízké
saturované	vysoké	vysoké	vysoké

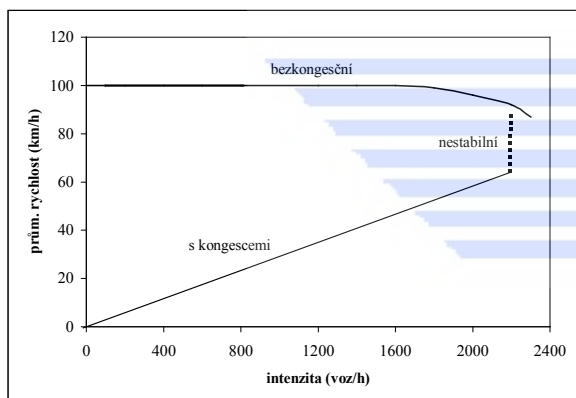
Tato tabulka umožňuje hodnotit dopravní podmínky infrastruktury a přijímat rozhodnutí o nezbytných zlepšeních. Předložená typologie, ve srovnání s dřívějšími metodami založenými výhradně na pozorování intenzity n -té h odiny a kapacity, vychází z hodnocení všech režimů dopravního proudu, registrovaných v časových jednotkách z celého časového intervalu.

Fundamentální diagramy s parabolickou závislostí mají svůj základ v práci Greenshieldse z roku 1935 a jsou prováděným výzkumem (měření) překonány a nahrazeny třirežimovým modelem.

1.2.3 Kritická intenzita pro vznik kongescí

Významným poznatkem je diskontinuita dopravního proudu, která se v trojrozměrném prostoru klasického fundamentálního diagramu obsazenost - rychlost - intenzita rozpadá do 3 provozních stavů:

- ☐ bezkongesčního režimu
- ☐ nestabilního režimu
- ☐ kongesčního režimu



Obr. 1 Diagram – rychlost ÷ intenzita v současném poznání

Při malé hustotě (vozidel/km) řidiči jedou rychlostí dle svého přání:

- ☐ volná rychlost
- ☐ volný proud

Při zvýšení intenzity a hustoty míra ovlivnění ostatními vozidly stoupá, režim je bezkongesční, ale rychlost je ovlivněná. S dalším zvýšením hustoty se intenzita blíží kapacitě. Nastává nestabilní režim, kde shluky a vzdouvání jsou stále častější a větší a při němž i malé rušení vede ke zhroucení proudu. Hustota při dosažení kapacity se nazývá **kritická hustota**, maximální dosažitelná rychlost při této hustotě se nazývá **kritická rychlost**. Popisované režimy jsou stále bezkongesční. Jakmile poptávka překračuje kapacitu, doprava přechá-

zí do kongesčních podmínek, hustoty vozidel přesahují kritickou hustotu a rychlost vozidel je nižší než kritická rychlost. Při zvyšující se hustotě vozidel jsou vozidla ovlivněna vozidlem předchozím a začínají vytvářet jednotlivé shluky. Pro hodnocení, kdy jsou vozidla již přímo ovlivněna předchozím nebo ne, je rozhodující **kritická mez era**. Ta je vyjádřena **kritickým časovým odstupem** v hodnotě **3 – 6 vteřin**. Matematicko-fyzikální teorie fundamentálních diagramů se výrazně liší od diagramů vytvořených na základě měření.

Na základě měření jsou bezkongesční a kongesční větve diagramu diskontinuální v oblasti dosažení kapacity. Hlavní charakteristikou kongesce je tedy skutečnost, že proud houstne natolik, že rychlost klesá pod kritickou a intenzita vozidel na pruh za hodinu klesá pod kapacitu profilu.

2. OMEZOVÁNÍ KONGESČÍ - POPTÁVKA / NABÍDKA

2.1 ÚVOD

Kongesce v silniční dopravě jsou stále významnějším problémem. Rozsah kongescí stále vzrůstá a výstavba nových komunikací zaostává za potřebou z důvodů finančních, politických a environmentálních. Výstavba nových komunikací do jisté míry i generuje novou dopravní poptávku díky kvalitní nabídce dopravního spojení. Kongesce v silniční dopravě se netýkají jen denní dojížděky ve velkých nebo urbanizovaných územích. Kongesce postihují pracovní i nepracovní cesty, ovlivňují pohyb lidí i zboží. V extravilánu měst se kongesce vyskytují v hlavních dopravních korydorech, kde je doprava ovlivňována nehodami, údržbou, objížděkami, vysokou poptávkou. Narůstají časové ztráty, vedoucí k snižování produktivity, růstu nákladů na dopravu. Doprava zboží je postižena nespolehlivostí, rychlost klesá, náklady narůstají.

Kongesce v dopravě na pozemních komunikacích ohrožují nejen každodenní život měst a aglomerací, ale ohrožují i rozvoj mezinárodní dopravy. **Přitom požadovaný standard silničních tras by měl na transevropských trasách zabezpečovat cestovní rychlost osob 90 km/hod a nákladů 80 km/hod.** Zatím co jsou odstraňovány bariéry vytvářené celnicemi, narůstají časové ztráty způsobené kongescemi. Ekonomické a politické sjednocování Evropy má takové účinky na nárůst mezinárodní výměny zboží, že se projevuje vážné podcenění růstu dopravy, zejména silniční.

Rozlišujeme několik typů kongescí dle četnosti a místa výskytu a řadu institucionálních úrovní pro rozhodování o jejich odstranění.

Vyskytující se kongesce můžeme dle příčin dělit na opakující se a neopakující se.

Opakující se kongesce jsou předvídatelné, neboť jsou způsobeny předvídatelnými jevy - špičkovými intenzitami dopravy denního, týdenního nebo sezónního charakteru nebo pořádáním speciálních akcí a vznikají v kritických místech sítě - křižovatkách, profilech zúžených stavebními úpravami nebo u mýtnic placečných komunikací.

Neopakující se kongesce vznikají jako důsledek nehod, neopakujících se incidentů, akutních stavebních omezení nebo ztížené sjízdnosti.

Přesto, že je drtivá většina kongescí opakujících se v určitém období a úseku komunikace, jsou kongesce poznamenány vysokou variabilitou a nepředvídatelností. Nepředvídatelnost způsobuje kromě časových ztrát, dopravní zácpy a možného vzniku nehod zejména **nespolehlivost systému**.

Tato nepředvídatelná nespolehlivost způsobuje závažnější ekonomické ztráty, neboť ji nelze uživateli efektivně eliminovat.

Dopravní poptávku lze zjednodušeně rozdělit do několika geografických oblastí:

- ☐ území měst (včetně souměstí)
- ☐ oblasti na obvodě městských území
- ☐ oblasti mezi městy, kde je vyšší podíl cest na dlouhé vzdálenosti

Tyto 3 oblasti se navzájem liší dvěmi formami saturace infrastruktury, vyúsťujícími do kongesce:

- ☐ saturace infrastruktury ve městech je opakovaná a zpravidla nastává v pracovních dnech v delším rozsahu
- ☐ saturace periferních a meziměstských tras je méně předvídatelná a omezuje se na určité denní hodiny. Meziměstská infrastruktura je (kromě známých nedostatečně kapacitních míst) saturována zpravidla v rámci víkendových nebo sezónních aktivit (začátek dovolených).

Zodpovědnost za rozvoj infrastruktury, tedy i odstraňování kongescí, je rozdělena v Evropě zpravidla mezi obce, okresy, regiony a státy. V tomto směru musí hrát Evropská Unie větší sjednocující roli.

Problém kongescí musí být řešen vyváženou dopravní politikou, obsahující celý soubor s dostupných opatření:

- ☐ výstavbu dopravní infrastruktury
- ☐ řízení dopravního systému
- ☐ program snižování potřeby užívání osobních automobilů
- ☐ zvyšování plynulosti dopravy

Ke snížení časových ztrát a ekonomických důsledků kongescí může být uplatňována široká škála nástrojů ekonomických i administrativních.

Pro eliminaci kongescí platí určité zásady:

- ☐ opatření musí být odpovídající rozsahu území zasahovanému kongescemi (V urbanizovaném území je zpravidla jakýkoliv nárůst v nabídce

ihned absorbován dopravou převedenou z jiných tras, aniž by se výrazně snížil rozsah kongescí).

- ☐ plánování dopravy musí být řádně koordinováno na všech úrovních

Základem pro diskusi o rozvoji infrastruktury musí být vytvořený model dopravní poptávky, který je konfrontován s variantními řešeními dopravní nabídky.

Jakékoliv akce, mající odstranit kongesce, musí být prováděny s vědomím všech priorit o souvislosti.

Základní orientace při snižování kongescí se dělí na oblast:

- ☐ dopravní **poptávky**
- ☐ dopravní **nabídky**

Ovlivňování dopravní poptávky zahrnuje:

- ☐ snížení závislosti na dopravě automobilem
- ☐ zvýšení obsazenosti vozidel
- ☐ zvýšení podílu hromadné dopravy na dělbě mezi IAD a HD
- ☐ snížení nároku na dopravu ve specifických špičkových obdobích
- ☐ snížení potřeby cestovat do specifických cílů cest

Nabídková strana řešení zahrnuje:

- ☐ **zvýšení** stávající instalované kapacity dopravní sítě tak, aby zvýšila propustnost pro všechny druhy dopravy

2.2 SNIŽOVÁNÍ DOPRAVNÍ POPTÁVKY PO SILNIČNÍ DOPRAVĚ

2.2.1 Strategie snížení poptávky

Základem dopravní poptávky je rozhodnutí uskutečnit cestu nebo přemístit zboží. Tato rozhodnutí jsou do značné míry ovlivněna rozhodnutími dlouhodobějšího charakteru, kterými jsou:

- ☐ výběr aktivit
- ☐ umístění aktivit
- ☐ rozmístění bydlišť
- ☐ rozmístění pracovišť
- ☐ vlastnictví osobního automobilu

Při snahách ovlivnit rozsah kongescí se musí sledovat:

- ☐ vznik a rozdělení cest
- ☐ volba druhu dopravy
- ☐ volba trasy

Program snižování poptávky po silniční dopravě tam, kde stávající infrastruktura kapacitně nedostačuje a vznikají opakované a stále se prodlužující kongesce má řadu dílčích opatření, která jak snižují dopravní nárok, tak jej uspokojují jiným druhem dopravy.

Je-li hlavním cílem snížení poptávky, pak dílčí cíle jsou:

- 1) snížení potřeby uskutečnit cestu
- 2) snížení délky cesty
- 3) zvýšení podílu nemotorizované dopravy
- 4) zvýšení podílu hromadné dopravy
- 5) zvýšení obsazenosti vozidel spolujízdu (carpooling)
- 6) rozložení špičkových hodin

Tab. 5 Vhodné aplikace opatření ke snížení dopravní poptávky.

Snížení poptávky	Možnosti aplikace
------------------	-------------------

Strategie	Opatření	město	extravián	špička	sedlo	rekreace	stavba a údržba	akce a spec. příležitosti	nehody
Způsob využití území a územní plánování	politika územního plánování	!!	!	!!	!	0	0	!!	0
	návrh a vybavení sídel	!!	0	!!	!	0	0	!!	0
Náhrada dopravy telekomunikací	práce na dálku	!!	!	!!	0	0	!	0	0
	telekonference	!	!!	!	!	0	0	0	0
	objednávkové služby (Tele-Shopping)	!	0	!	!	0	0	0	0
Dopravní informační služby	předcestovní informace	!!	!!	!!	!	!!	!!	!!	!!
	regionální organizování spolujízdy	!!	0	!!	0	0	!	!	0
Ekonomická opatření	zpoplatnění kongesčních období	!!	!!	!!	!	!!	!	!!	0
	zpoplatnění parkování	!!	0	!!	!	0	0	!!	0
	náhrady jízdného	!!	0	!!	0	0	0	0	0
	finanční podpora hromadné dopravy a spolujízdy	!!	0	!!	!	0	0	!	0
	zvýhodnění předplatného hromadné dopravy	!!	0	!!	!	0	0	!	0
	změna financování	!!	0	!!	0	0	0	0	0
Administrativní opatření	dopravní partnerství	!!	0	!!	0	0	0	0	0
	regulace cest	!!	0	!!	0	0	0	0	0
	alternativní rozložení pracovní doby	!!	0	!!	0	0	0	0	0
	zóny s omezeným vjezdem automobilů	!!	0	!!	!!	0	0	!!	0
	parkovací politika	!!	0	!!	!!	0	0	!!	0

Pozn. : !! - hlavní oblasti aplikace
 ! - vedlejší oblasti aplikace
 0 - bez aplikace

Tab. 6 Potenciální účinky opatření ke snížení dopravní poptávky.

Snížení poptávky		Potenciální účinky							
Strategie	Opatření	Snížení potřeby cesty	Snížení délky cesty	Podpora nemotorizované dopravy	Podpora veřejné dopravy	Podpora spolujízdy	Rozložení špičkových hodin	Přesun cest mimo kongesční	Snížení časových ztrát
Způsob využití území a územní plánování	politika územního plánování	!	!!	!!	!!	!	!	!	!
	návrh a vybavení sídel	!!	!!	!!	!!	!!	!	0	!
Náhrada dopravy telekomunikací	práce na dálku	!!	!!	!	!	0	0	!	!
	telekonference	!!	!!	0	0	0	0	0	0
	objednávkové služby (Tele-Shopping)	!!	!	0	0	0	0	0	0
Dopravní informační služby	předcestovní informace	!	!	!	!!	!!	!!	!!	!
	regionální organizování spolujízdy	!!	0	0	!!	!!	!	!	!
Ekonomická	zpoplatnění kongesčních období	!	!	!	!!	!!	!!	!!	!!

opatření	zpoplatnění parkování	!	!	!	!!	!!	!!	!!	!
	náhrady jízdného	0	0	!	!!	!!	!	0	!
	finanční podpora hromadné dopravy a spolujízdy	0	0	0	!!	!!	!	0	!
	zvýhodnění předplatného hromadné dopravy	0	0	0	!!	0	!	0	!
	změna financování	0	0	0	!!	!!	0	0	!
Administrativní opatření	dopravní partnerství	0	0	!	!!	!!	!	!	!
	regulace cest	!!	0	!	!!	!!	!	!	!!
	alternativní rozložení pracovní doby	!	0	0	!!	!!	!!	0	!
	zóny s omezeným vjezdem automobilů	!!	0	!!	!!	0	0	!!	0
	parkovací politika	!	0	!	!!	!!	!	!	!

Pozn. : !! - hlavní oblasti aplikace
 ! - vedlejší oblasti aplikace
 0 - bez aplikace

2.2.2 Vznik a rozdělení cest

Je nezbytné poznat a analyzovat důvody vzniku, zdroje a cíle cest jak osob tak nákladu. **Tvorba cest** je základem konceptu mobility, který sleduje druhy a cíle cest jednotlivců, rodin nebo firem. **Délka cest** je základní jednotka pro měření dopravy, nezáleží jenom na počtu obyvatel, ale na mobilitě a průměrné cestovní vzdálenosti.

Jakékoliv snížení mobility musí být provázeno zachováním spojení, buď koncentrováním aktivit, nebo náhradou cesty telekomunikačním spojením. Proti tomu snížení délky cest je záležitostí pro uspořádání území. Vznik a rozdělení cest lze ovlivňovat 3 skupinami opatření:

A - opatření umožňující mobilitu, tj. zlepšování komunikační sítě

Cesty jsou možné po dopravních sítích. Síť spojuje hustě osídlená území navzájem, a hlavní zdroje a cíle dopravy (letišť, sklady a pod.). Pro posílení nedostatečné infrastruktury existují dva scénáře:

A/I. Kvalitativní i kvantitativní zlepšení stávající infrastruktury

se zaměřením na zvýšení kapacity infrastruktury.

- ☐ u silnic se jedná o přestavbu v zájmu zvýšení výkonnosti komunikace (kapacity)
- ☐ u hromadné dopravy o zvyšování kapacity souprav a zkrácení intervalu

A/II. Zajištění alternativních tras

- ☐ vytvoření dalších spojnic v síti
- ☐ vytvoření obchvatů hustě osídleného území (i celého regionu nebo konurbace)
- ☐ vytvoření alternativních tras, které zpřístupňují dosud izolované a špatně dopravně obslužené území

B - Snížování potřeby cest kontrolou využití území a územním plánováním

- ☐ kontrolu nad využitím území
- ☐ právo kontroly nad rozmístěním sociální a kulturní infrastruktury

- ☐ cílené podporování nebo regulování průmyslu, obchodních a servisních služeb ve specifických lokalitách
- ☐ cílenou politiku v rozmístěování obytného území

C - Ovlivnění typu spojení mezi zdroji a cíli pomocí kombinace infrastrukturních sítí - náhrada dopravy osob a zboží pomocí telekomunikačního spojení a dopravy zpráv

Práce na dálku - denní cesty do práce a z práce mohou být omezeny nebo vyloučeny pomocí počítačových a sdělovacích sítí - počítačem, modemem, telefonem, tiskárnou a telefaxem.

Telekonference umožňují pomocí obrazové a zvukové komunikace nahradit cesty na pracovní jednání.

Teleshopping - nákupy na telefonní objednávku, mohou umožnit nákup bez fyzické návštěvy obchodu.

Počítačové sítě mohou vytvořit pracoviště doma, nebo menší satelitní pracoviště dostupná bez větší dojížděky. Rozšíření práce v domácnosti může ovlivnit i časové rozložení nákupů a tím ovlivnit průběh dopravních špiček.

Telefonní nákupy s dodávkou do 24 hodin jsou rozšířeny v řadě zemí (na př. Minitel - Francie). Na videotextových informacích jsou katalogy zboží, služeb, knihovány vstupenek a jízdenek a bankovní služby. Tyto služby jsou všeobecně zaváděny privátní sférou.

2.2.3 Volba druhu dopravy

Rozhodnutí regulovat poptávku po určitém druhu dopravy musí být podloženo „jistotou“ že jiný, podporovaný druh dopravy je vhodnější a ekonomičtější z hlediska:

- ☐ spotřeby prostoru
- ☐ spotřeby energie
- ☐ nároků na životní prostředí
- ☐ nároků na finanční zdroje

Informace o alternativních dopravních systémech

Využití jiných druhů dopravy je silně ovlivněno mírou i informací o existenci a provozních podmínkách systému. Informace jsou nejdůležitější pro nepravidelné návštěvníky, kdy na př. složité podmínky hromadné dopravy na letišti vedou k použití taxi.

Přístupnost a dostupnost dopravy

Využití individuální dopravy je limitováno podmínkami pro získání řidičského průkazu. Daňové zatížení může ovlivnit míru užívání osobních automobilů (DPH, dovozní clo, silniční daň, povinné ručení).

Úroveň služeb

Informační systémy v hromadné dopravě jsou významnou podmínkou pro podporu jejího využití, tj. informace o aktuálním spoji mezi požadovaným začátkem a cílem cesty a tarifních podmínkách.

Pohodlí

Osobní auta poskytují pohodlí sedadel, soukromí, přepravu zavazadel, možnost práce (jednání) za jízdy. To hromadná doprava může poskytnout výjimečně.

Bezpečnost

Hromadná doprava je relativně bezpečná (dle času cesty a obsazenosti), nebezpečím individuální dopravy je riziko nehody.

Cestovní doba

Osobní automobily jsou nejrychlejšími prostředky dopravy v městském a příměstském prostoru, vyjma případů, že souběžně s přetíženou městskou komunikací vede rychlý nezávislý prostředek hromadné dopravy. Preference hromadné dopravy a vyhrazené jízdní pruhy mohou zvýšit její aktivitu.

Čekací doby

Osobní automobily poskytují výhodu okamžité dostupnosti (kromě problémů s parkováním). Interval hromadné dopravy je nejdůležitějším hlediskem atraktivity a snahy zlepšit její vyžadují značné provozní náklady.

Spolehlivost

Spolehlivost může být velkou předností hromadné dopravy, pokud využije potenciální přednost proti automobilové dopravě, trpící někdy nepředvídatelnými kongescemi.

Cena cesty

Daně z pohonných hmot snižují využívání osobních automobilů. Snižování cen pohonných hmot v Evropě výrazně podpořilo automobilovou nákladní dopravu proti železniční. Mýtní dálnice jsou méně využívány než dálnice bezplatné.

Náhrada cest pomocí telekomunikačního spojení

Dopravní sítě mohou být vzájemně doplnitelné a zaměnitelné. Přeprava lidí a zboží může být částečně nahrazena dopravou informací. Zatím co náhrada pošty faxem nemá přímý vliv na dopravu, nakupování na dálku a jednání na dálku může snížit dopravní nároky.

2.2.4 Volba trasy, prostorová a časová regulace dopravy

Trasou se rozumí konkrétní spojení v daném dni a hodině. Volbou trasy se rozumí výběr z více možných řešení uspokojení dopravní poptávky. Cesta může být vykonána dříve či později a po nejpřímější trase nebo trasou alternativní.

Informace

Kvalitní dopravní informace o zdrženích a rozsahu kongescí může ovlivnit volbu času cesty nebo využití náhradních tras, nepostižených kongescí.

Omezení přístupu

Omezení přístupu na některé trasy je převážně určeno nákladové dopravě, jako omezení přepravy nebezpečných nákladů nebo vozidel o vyznačené hmotnosti. Dočasná, časově vymezená omezení jsou určena nákladní a zásobovací dopravě v době dopravních špiček osobní dopravy.

Cenové rozlišení

Cenové rozlišení stanovuje za určitých podmínek nižší (nebo vyšší) cenu za přepravu v určité době. V určitých dnech či hodinách je jízdné dražší, v jiných zvýhodněné. Pokud však je ve špičkovém období zatížena vyšším jízdným hromadná doprava, je nutno řešit i zvýšené nároky na individuální dopravu.

Vyšší mýtné na dálnici ve špičkové hodině má požadovaný účinek je-li dostatečně publikováno.

Reorganizace pracovní doby

Spolu s časovým omezením zásobování a dopravy nákladů do center měst může rozsah kongescí ovlivnit i rozložení pracovní doby a otevírací doby nákupních center.

2.3 OPATŘENÍ NA STRANĚ ZVÝŠENÍ NABÍDKY KAPACITY A PLYNULOSTI (PŘEHLED STRATEGIÍ)

Cílem je:

- ☐ zvýšení kapacity komunikací a křižovatek
- ☐ zvýšení plynulosti a bezpečnosti provozu
- ☐ odvedení dopravy mimo území postihovaná kongescemi
- ☐ snížení ztrát provozních a časových

Opatření se musí týkat celého systému, jednotlivých koridorů a zařízení a musí se zabývat kongescemi způsobenými cestou do práce, víkendovou a prázdninovou dopravou, dopravou zboží, stavební činností a vlivem počasí. Kongesce se soustřeďují do měst, koridorů a center aktivity.

Centry aktivity jsou:

- ☐ pracoviště
- ☐ prodejní centra
- ☐ obchodní centra
- ☐ vzdělávací centra
- ☐ speciální akce

kteřá generují dopravu (předměstská administrativní centra, nákupní centra, historická centra)

Nedílnou součástí projektů zvýšení nabídky jsou projekty ITS - Intelligent Transportation Systems

nebo IVHS - Intelligent Vehicle Highway Systems

hlavních okruhů opatření s vhodnými možnostmi aplikace.

Opatření na straně nabídky lze kategorizovat do pěti hlavních skupin s strategií, u níž je definováno 20

Tab. 7 Vhodné aplikace opatření ke zlepšení nabídky dopravní infrastruktury.

Zvýšení nabídky		Možnosti aplikace							
Strategie	Opatření	město	extravilán	špička	sedlo	rekreace	stavba a údržba	akce a spec. příležitosti	nehody
Výstavba nových dopravních zařízení	nové silnice, dálnice, městské sběrné třídy, radiály, okruhy, obchvaty, mimoúrovňové a kapacitní křižovatky	!!	!!	!!	!	!!	!!	!!	!!
Zlepšení řízení dopravy	zvýšení plynulosti provozu a kapacity stávající sítě	!!	!!	!!	!	!!	!!	!!	!!
	řízení vstupů a vjezdů	!!	!	!!	!	!	!	!	!
	dopravní informační systémy	!!	!!	!!	!	!	!!	!!	!!
	zlepšení dopravní signalizace	!!	0	!!	!!	0	!	!	!
	řízení dopravy na komunikacích s omezeným připojením	!!	!	!!	!	!	!	!	!
	řízení při nehodách a mimořádnostech	!!	!!	!!	!!	!	!!	!	!!
	kontrola dopravy při výstavbě a přestavbě	!!	!	!!	!!	!	!!	!	0
Vytváření preferencí	preferenze hromadné dopravy	!!	0	!!	!!	0	!	!	0
	autobusové pruhy	!!	0	!!	!!	0	!	!	0
	pruhy pro obsazená vozidla	!!	0	!!	!	0	!	0	0
	podpora chodců a cyklistů	!!	0	!	!	0	0	!	0
	signalizace pro vyklizení	!!	0	!!	!	0	0	!	0
Zkvalitnění hromadné dopravy	expresní autobusy	!!	!	!!	!	0	!!	!	0
	zařízení Park and Ride	!!	!	!!	!	0	!!	!	0
	zlepšení služeb	!!	!	!!	!!	!	!!	!!	!
	propagace a image hromadné dopravy	!!	!	!!	!	0	!!	!	0
	vysokokapacitní systémy	!!	!	!!	!	0	!!	!!	0
Přeprava zboží, zásobování	ve městech	!!	0	!!	!!	0	0	0	!
	mimo a mezi městy	!	!!	!!	!!	0	!	!	!

Pozn. : !! - hlavní oblasti aplikace
 ! - vedlejší oblasti aplikace
 0 - bez aplikace

Tab. 8 Dosažitelné účinky opatření ke zlepšení nabídky dopravní infrastruktury.

Zvýšení nabídky		Dosažitelné účinky							
Strategie	Opatření	Snížení potřeby cesty	Snížení délky cesty	Podpora nemotorizované dopravy	Podpora veřejné dopravy	Podpora spolujízdy	Rozložení špičkových hodin	Přesun cest mimo kongesční území	Snížení časových ztrát
Výstavba nových dopravních zařízení	nové silnice, dálnice, městské sběrné třídy, radiály, okruhy, obchvaty, mimoúrovňové a kapacitní křižovatky	0	!	!	!	0	0	!!	!!
Zlepšení řízení dopravy	zvýšení plynulosti provozu a kapacity stávající sítě	0	!	0	!	0	0	!!	!!
	řízení vstupů a vjezdů	0	0	0	!!	!!	!	!!	!!
	dopravní informační systémy	0	!	0	!	!	!!	!!	!!
	zlepšení dopravní signalizace	0	0	0	!	0	0	!	!!
	řízení dopravy na komunikacích s omezeným připojením	0	!	0	!	!	!	!	!!
	řízení při nehodách a mimořádnostech	0	0	0	0	0	0	!!	!!
	kontrola dopravy při výstavbě a přestavbě	0	0	0	!	!	!	!!	!!
Vytváření preferencí	preferenze hromadné dopravy	0	0	0	!!	0	!	!	!
	autobusové pruhy	0	0	0	!!	0	!	!	!
	pruhy pro obsazená vozidla	0	0	0	!	!!	!	!	!
	podpora chodců a cyklistů	0	0	!!	0	0	0	0	0
	signalizace pro vyklizení	0	0	0	!!	0	0	0	!
Zkvalitnění hromadné dopravy	expresní autobusy	0	0	0	!!	0	0	0	!
	zařízení Park and Ride	0	0	0	!!	!!	0	!	!
	zlepšení služeb	0	0	0	!!	0	0	0	!
	propagace a image hromadné dopravy	0	0	0	!!	0	0	0	!
	vysokokapacitní systémy	0	0	0	!!	0	0	0	!
Přeprava zboží, zásobování	ve městech	0	0	0	0	0	!	!	!!
	mimo a mezi městy	!	0	0	0	0	!	!	!!

Pozn. : !! - hlavní oblasti aplikace
 ! - vedlejší oblasti aplikace
 0 - bez aplikace

3. STRATEGIE OMEZOVÁNÍ KONGESCE – PODROBNĚJŠÍ POPIS

3.1 STRATEGIE SNÍŽENÍ POPTÁVKY

3.1.1 Způsob využití území a územního plánování

Územní plánování je proces prosazení veřejného zájmu při využití území. Zlepšená prostorová organizace aktivit, přibližující zdroje a cíle cest umožňuje snížit poptávku po dopravních spojnících.

Tento soubor opatření zahrnuje:

- B1) kontrolu nad využitím území
- B2) právo kontroly nad rozmístěním sociální a kulturní infrastruktury

- B3) cílené podporování nebo regulování průmyslu, obchodních a servisních služeb ve specifických lokalitách
- B4) cílenou politiku v rozmístění obytného území

Diferencované využití území vytváří velké dopravní proudy, sestávající z dojížděky za prací, nákupem a rekreací na velké vzdálenosti. Čtyři výše uvedené metody jsou sice často prezentovány, ale jen zřídka uplatňovány v praxi. Cílem je redukovat délku cest, kterou obyvatelstvo koná za svými aktivitami.

Podmínkou úspěšnosti je:

- ☐ zaručit, že každé nové sídliště bude obsluženo velmi kvalitní hromadnou dopravou
- ☐ zaručit, že nové průmyslové území bude napojeno na hromadnou dopravu

Na uspořádání rozvíjeného území záleží, zda bude orientováno na nezbytné využívání osobních automobilů, nebo zda bude vytvářet maximální podmínky pro pěší a cyklistický provoz a využití hromadné dopravy. Tato opatření jsou dlouhodobého charakteru a ne-správným řešením rozvojového území se zakládá na dopravní problémy v budoucnosti.

I v regionálních rozměrech je třeba podporovat hromadnou dopravu a využívat cyklistických a pěších tras. Při návrhu zástavby je nutno pamatovat na realizovatelnost víceúčelových cest bez nutnosti používat osobní automobil. Velká pracoviště a cíle návštěvníků je třeba nejlépe obsloužit přímou vazbou na hromadnou dopravu a pěší a cyklistické trasy. Uspořádání zástavby bezprostředně ovlivňuje volbu dopravního prostředku. Dostupné služby v širokém spektru snižují potřebu cest.

Pro řešení území je třeba uplatnit:

- ☐ smíšené využití území
- ☐ vytvářet obchodní okruhy v těsné vazbě na obytné a na pracovní příležitosti
- ☐ podporovat rekreační a sportovní plochy v těsné blízkosti obytného území
- ☐ podporovat vstup hromadné dopravy do obytných zón
- ☐ potlačovat individuální dopravu v trasách obsluhovaných hromadnou dopravou
- ☐ v okolí zastávek hromadné dopravy zahušťovat bydlení a cíle cest
- ☐ v centrech aktivit zvyšovat pracovní příležitosti
- ☐ zajišťovat do center aktivit přístup pěšky a na kole

Zástavbu je nutno navrhovat tak, aby se v ní plynule pohybovala vozidla zásobování a hromadné dopravy. V místech pracoviště je třeba rozvíjet obchod, služby a stravování. Pro podporu pohybu pěších je vhodné v některých ulicích redukovat šířku a zmenšit poloměry obrubníků a vytvořit parkovací zálivy. To musí být provedeno v dohodě s obnovou s požadavky mobility a bezpečnosti motoristů.

Příklady a aplikace

Výše uvedené zásady byly na příklad úspěšně prakticky aplikovány v následujících příkladech:

- ☐ v zákoně o územním plánování *Švýcarska*
 - ⇒ snižování rozsahu cest automobilem do práce
 - ⇒ redukce parkovacích příležitostí v centru, zejména dlouhodobých
 - ⇒ podpora hromadné dopravy
 - ⇒ regulace jízdného a dotace jízdného
- ☐ Holandsko
 - ⇒ podpora rozvoje obchodních aktivit v těsné vazbě na stanice a terminály hromadné dopravy
- ☐ Austrálie - Melbourne
 - ⇒ rozvoj města je důsledně limitován na koridory, po uzly hromadné dopravy nebo jsou kapacitní autobusovou linkou napojena na kterých je zajištěna kvalitní a kapacitní hromadná doprava místní i dálková, s cílem v centrálním městě
 - ⇒ nová komerční centra se současně se zprovozněním stala příměstský železniční systém

- ☐ Švédsko - směrnice pro územní plánování
 - ⇒ povinnost lokalizovat novou výstavbu tak, aby minimalizovala nároky na individuální dopravu a preferovala dopravu hromadnou
- ☐ USA - budova Pentagonu
 - ⇒ 26 tisíc zaměstnanců jedné budovy má co nejkratší přístup ke všem službám v budově
 - ⇒ budova je přímo napojena na kapacitní systém hromadné dopravy a blízký přestupní uzel autobusové a železniční dopravy
- ☐ USA, Kalifornie, směrnice pro rozvoj Orange County
 - ⇒ směrnice stanovuje zásady rozmístění administrativních budov a nákupních center v těsné vazbě na hromadnou dopravu

3.1.2 Náhrada dopravy telekomunikací

Využití telekomunikačních technologií může být náhradou za motorizované cesty a tím může potenciálně snižovat kongesci. Posílání zpráv, jednání, nakupování a pracovní činnost pomocí telekomunikačního spojení vytváří náhradu za cesty osob.

Práce na dálku (doma, mimo obvyklé pracoviště) pomocí počítačového propojení může nahradit nebo omezit cesty do práce a z práce.

Telekonference pomocí televizní a telefonní komunikace (tedy obraz + zvuk) mohou nahradit cesty jednotlivců na odborná a obchodní jednání.

Nákup po telefonu odstraňuje fyzickou nezbytnost cestovat do obchodů.

Účinky podpory a rozvoje těchto 3 druhů dálkové komunikace osob mohou být výhledově značné.

Práce na dálku ovlivní zaměstnance i zaměstnavatele. Uživatelé mohou jezdit na pracoviště řídceji, nebo vykonávat kratší cesty na satelitní pracoviště. Zkrácením délky cesty mohou využít pěší chůze, cyklistické či hromadné dopravy k svému bližšímu pracovišti než je centrální sídlo firmy. V negativním případě může i tento způsob práce přispět k nárůstu počtu jízd omezením spolujízdy a vyšší pracovní volnosti. Práce na dálku může ovlivnit i nepracovní cesty - změny vzory chování členů rodiny, časy a cíle nákupů a způsob využívání a parkování osobního automobilu. Může rovněž ovlivnit i rozhodování o místě bydliště či zaměstnání ve větší vzdálenosti od sebe.

Telekonference budou mít postupně zvyšující se vliv na organizaci obchodních jednání a odborných konferencí a mohou část jednání a cest na ně vyloučit.

Nákup po telefonu a rozvázkové služby budou jen mírně ovlivňovat obvyklé řetězce cest.

Rozvoj **práce na dálku** doma nebo na malých satelitních pracovištích vyžaduje propojení pracovišť a počítačů modemem, faxem, telefonní linkou. Nákup po telefonu nebo objednávková služba na základě katalogů, televizních reklam či teletextů a internetu je provozován již řadu let. Postupně může nabývat značných rozměrů, zajistí-li se spolehlivost a rychlá dodávka zboží.

Zodpovědnost za rozvoj těchto systémů leží v maximální míře na soukromé sféře. Nezbytnou podmínkou jsou kvalitní a kapacitní telekomunikační sítě.

Systémová podpora může rozvoj těchto forem urychlit. Pořádání telekonferencí vyžaduje odpovídající zařízení (studio a přenosové trasy) nebo jejich pronájem.

Účinky a efekty na dopravní poptávku nejsou obecně kvantifikovány a vycházejí z některých úspěšných projektů, demonstrujících omezení cest do práce a za nákupem a značnou úsporu času. Prognóza očekává významné roční úspory v dopravě, životním prostředí a spotřebě energie, s možným 10 - 20% podílem cest převedených na telekomunikační služby. Tím se sníží nároky na opatření k omezení kongescí na komunikační síti včetně zavádění systému IVHS (Intelligent Vehicle Highway Systems). Využívání práce na dálku má pozitivní vliv na produktivitu práce, na politiku zaměstnanosti a na mobilitu pracovních sil. Větší rozšíření práce na dálku má své sociální, bezpečnostní, smluvní, zdravotní, vzdělávací a další aspekty znamenající značné zásahy do současného životního stylu.

3.1.3 Dopravní informační služby

Popis: Cestovní informace jsou poskytovány **o trasách a jejich provozních podmínkách** (stupeň intenzity, kongesce), jsou šířeny tiskem, rádiem, televizí nebo informačními centry. Jedná se dále o informace cestujícím o možnosti spolujízdy, hromadné dopravy a alternativních drahách dopravy, jako např. regionální program organizování spolujízdy. Programy jsou nabízeny různými organizátory a cíleny k různým skupinám cestujících:

- ☐ dojíždějící
- ☐ studenti
- ☐ cestující za nákupem
- ☐ cestující na dovolenou a za rekreací

Pomáhají uživatelům učinit

- ☐ trvalá rozhodnutí (jako výběr bydliště)
- ☐ krátkodobá rozhodnutí (jako volba trasy či času pro cestu)

Společným rysem informací je učinit rozhodnutí před započítáním cesty.

Informace mohou být poskytovány na různé úrovni sofistikovanosti a pohodlí, od návštěvních tabulí po informační centra, umístěná v centrech aktivit, s obsluhou a nepřetržitým provozem. Informace mohou být o trasách, službách hromadné dopravy, předpokládaných kongescích, uzavírkách, stavebních pracích, akcích, alternativních trasách mimo očekávané kongesce atd.

Podmínky a účinky

Základním cílem je učinit cestování co nejpohodlnější, ovlivnit volbu dopravního prostředku a omezit jízdu samotného řidiče nabídnutím jiné varianty. Dalším cílem je ovlivnit cestu silniční sítí efektivním způsobem, t. j. mimo území zasažené kongescemi nebo mimo období výskytu kongesce. Aktuálnost poskytovaných informací závisí na rozvoji systému ITS (inteligentní dopravní systém), zejména IVHS (inteligentní systém řízení vozidel na silnici).

Aplikace opatření

Mnoho aplikací je orientováno na pravidelnou dojížděku, avšak rozsah služeb může být daleko širší.

- ☐ regionální informace mohou poskytovat masmédiu, návštěví, seznamy zájemců o spolu-

jízdu (agentur organizujících spolujízdu), silniční informační centra, silniční informační systém

- ☐ informace o periodicky se vyskytujících kongescích (víkendových, prázdninových) poskytované týdnem a dny předem na základě historické zkušenosti šířené mapami, letáky, rozhlasem
- ☐ distribuce informací do pracovišť na letácích a vývěskách
- ☐ oblastní a místní dopravní informace šířené všemi dostupnými prostředky včetně letáků do domácností

Zodpovědnost za zavádění

Cestovní a dopravní informace jsou zpravidla sponzorovány celostátními a regionálními agenturami, provozovateli hromadné dopravy, místními a regionálními správami. Informace menším skupinám uživatelů mohou být sponzorovány i provozovateli komerčních zařízení, nebo podporovány zaměstnavateli k podpoře alternativní dopravy do zaměstnání.

Účinky na dopravní chování

Informace podporují:

- ☐ užití alternativní trasy nebo času
- ☐ užití alternativního druhu dopravy místo automobilu
- ☐ zvýšenou obsazenost vozidel podporou spolujízdy. Ta se úspěšněji zavádí tam, kde funguje dopravní koordinátor, organizující záměrce o spolujízdu.

Efektivita

Informační programy jsou nákladné. Zavádění dopravních koordinátorů v místech a větších pracovištích je však účinné. Speciální problémy přetrvávají tam, kde cestující již zcela odvykli hromadné dopravě a mají odstup od jim neznámého způsobu cestování.

3.1.4 Ekonomická opatření

Ekonomická opatření různých forem mohou ovlivnit dopravní chování cestujících - volbu prostředků, tras, cílů a času. Formy mohou zahrnovat platby v hotovosti, slevy nebo příplatky znevýhodňující určitý druh cest, jako jízdy v dopravní špičce. Poplatky za špičkové období a parkovací poplatky jsou klasickým případem. Opatření mohou být krátkodobá (jako bonifikace započítání užívání alternativního druhu dopravy) nebo trvalá, znevýhodňující soustavně hromadnou dopravu.

Zpoplatnění jízdy v období kongesce

Poplatek motoristům zohledňující ztráty z vytváření kongesce v dopravním proudu. Je vybírán formou

- ☐ dálničního poplatku
- ☐ bodového poplatku (mostního, tunelového nebo v profilu komunikace)
- ☐ kordonového poplatku (za vjezd do určitého vymezeného území)
- ☐ oblastních kongesčních poplatků závislých na čase a vzdálenosti.

Způsob aplikace:

- ☐ přechod výběru na elektronický výběr
- ☐ placené povolenky k vjezdu
- ☐ poplatky za vjezd v určitém (špičkovém) období, které rozkládají špičku
- ☐ proměnné mýtní sazby ve špičce a sedle

Zpoplatnění parkování

Poplatek za parkování vozidla v garáži, stání, na pracovišti, na ulici nebo parkovišti, který má omezit příjezd a odjezd vozidel ve špičce. Poplatky mají znevýhodnit užívání automobilu jedním cestujícím, zvýhodnit dlouhodobé parkování nebo využití mimo špičku. Parkovací poplatky jsou nástrojem k ovlivnění dopravní poptávky, regulace dopravy a hospodaření s prostorem ve městě. V návaznosti na zvyšování parkovacích poplatků se zvyšují i pokuty za nerespektování zásad parkování. V centru měst se omezuje možnost parkovat bezplatně.

Zaměstnavatelé poskytující v centrech měst volné nebo zvýhodněné parkování pro zaměstnance jsou nuceni poskytovat ve stejné výši dotaci zaměstnancům na hromadnou dopravu.²

Je třeba upozornit, že politika zpoplatnění parkování může mít i negativní důsledky pro kongesce, pokud není zajištěno snadné vyhledání vhodného a cenově přiměřeného parkování pro návštěvníky.

Náhrady jízdného

Pravidelné, periodické platby, poskytované dojíždějícím, aby se jim snížily náklady na dojíždění. Někdy jsou ve výši ceny parkování. V USA jsou spojovány s odebráním výhod bezplatného parkování, v ČR bývají příspěvkem na hromadnou dopravu, paušální náhradou služebních pochůzek.

Finanční podpora hromadné dopravy a spolujízdy

Podpora poskytovaná pravidelně, periodicky přímo těm dojíždějícím, kteří využívají spolujízdu, hromadnou dopravu, jízdu na kole a nedojíždějí sami automobilem. Odlišuje se od přímé dotace jízdného. Klasickým příkladem je poskytnutí časových jízdenek (nebo příspěvku na ně) zaměstnancům. Často však je poskytován v zahraničí měsíční příspěvek na dopravu bez vazby na způsob dopravy, který nemá motivační efekt. Pokud je poskytnut formou slevy na nákup per manentek nebo jízdenek, nemá smysl pro docházející nebo dojíždějící na kole.

Existuje řada metod nepeněžní podpory užití alternativní dopravy:

- ☐ použití slev u železničních vozidel pro svážení zaměstnanců
- ☐ volné nebo zlevněné palivo, opravy a údržba pro vozidla zapojená v systému spolujízdy
- ☐ přidavná dovolená pro uživatele hromadné a alternativní dopravy
- ☐ poskytování jízdních kol a dalšího vybavení (helmy, boty) zdarma nebo se slevou
- ☐ podpora provozu minibusů (do 15 cestujících) k dopravě do zaměstnání bez ohledu na to, kdo je vlastní nebo provozuje

Předplatní jízdenky na hromadnou dopravu

Různé druhy předplatních jízdenek hromadné dopravy s různou časovou platností nebo platností pro skupiny uživatelů, pro celou síť nebo pásmy bez ohledu

na druh dopravy, kde uživatel hradí podstatně zvýhodněné jízdné proti jednotlivé jízdě, která je již dotována.

Další finanční strategie

Jízdné v hromadné dopravě je v oblasti měst a denní dojížděky ve většině zemí dotováno. Pro tuto dotaci jsou různé zdroje. Cílem všech výše uvedených opatření je přesunout cesty mimo špičkové období, na méně zatížené trasy do hromadné dopravy nebo na pěší a cyklistickou dopravu. Rozhodujícími faktory rozhodnutí jsou:

- ☐ cena cesty (náklady a spotřeba času)
- ☐ pohodlí cesty

Se zhoršujícími se kongescemi mohou nabývat ekonomická opatření na účinnosti a mohou být aplikována

- ☐ pro dojížděku
- ☐ pro všechny cesty
- ☐ pro cesty ve špičkovém období kongescí.

Zodpovědnost za zavádění a podporu

Ekonomické nástroje mohou užívat:

- ☐ zaměstnavatelé (podpora spolujízdy, příspěvky na dopravu, minibusy, parkovací poplatky a jiné nepřímé příspěvky)
- ☐ developři (poskytují podobnou podporu bydlicím nebo zákazníkům)
- ☐ místní správa (podporuje předplatní jízdenky, zavádění hromadné dopravy, rozvoj podnikových minibusů)
- ☐ vláda - legislativou a daňovými nástroji podporuje alternativní dopravu, provoz placených parkovišť a soukromé investice do mytních komunikací
- ☐ veřejné agentury
- ☐ další.

Účinky na dopravní chování

Většinou se nedá přesně kvantifikovat efekt jednotlivých opatření, neboť jsou zpravidla souborem širších opatření. Přesto byly docíleny evidentní efekty v zlepšení podílu hromadné dopravy, omezení vjezdu do centra města či rozložení dopravní špičky.

Efektivita a účinnost

Obecně se posuzuje účinnost prostředků vložených do programů omezení dopravy jako vynaložený náklad na jednu denní neuskutečňovanou jízdu automobilem.

Speciální problémy

Ekonomické nástroje mohou být účinné pouze tehdy, jsou-li vytvořeny pro hromadnou nebo alternativní dopravu vhodné podmínky pro uživatele. Vhodná je i kampaň a podpora ze strany zaměstnavatelů. Použití ekonomických nástrojů musí být vyvážené a přiměřené. Nesmí nespravedlivě znevýhodňovat určité skupiny. Je třeba posoudit případné negativní vyvolané reakce u cestujících.

Ekonomické nástroje musí být srozumitelné a bez složitých administrativních úkonů. Zpoplatnění průjezdu v období kongesce vyžaduje elektronický výběr a nesmí nespravedlivě diskriminovat určité oblasti nebo skupiny.

² Např. v Kalifornii v oblastech se zhoršenou kvalitou ovzduší platí zaměstnavatelé daň z parkovišť.

ny, což by se mohlo projevit dlouhodoběji v retardaci určitých území.

Zpoplatnění průjezdu v období kongesce je často v konfliktu s potřebou zpoplatnění průjezdu (mýta) obecně jako zdroje peněz pro výstavbu a údržbu.

3.1.5 Administrativní opatření

Popis: Administrativní opatření jsou definována jako organizační a legislativní nástroje, které podporují zavádění systémů regulace kongescí v místě.

Nejsou přímo řízením poptávky nebo dopravy, ale spíše souborem organizačních a legislativních kroků umožňujících účinně navrhovat, zavádět a monitorovat opatření proti kongescím. Administrativní opatření mají 5 základních kategorií:

Dopravní partnerství

Zaměstnavatelé formované skupiny ovlivňující kolektivně místní řízení dopravy (regulace kongescí), spočívající ve:

- ☐ výměně informací mezi členy
- ☐ podpoře zaměstnavatelům v programu omezování individuální dopravy a rozvinutí alternativní dopravy
- ☐ prosazování zlepšení v dopravních službách a zařízeních
- ☐ koordinaci různých programů pro snižování poptávky
- ☐ (Příkladem je program garantované cesty domů pro ty, kteří pravidelně jezdí hromadnou dopravou, ale mimořádně musí domů během pracovní doby nebo po přesčasové práci - doprava je zajištěna zdarma nebo se slevou taxislužbou nebo firemní službou.)

Předpisy pro omezování cest

- ☐ právní mechanismus, který požaduje po zaměstnavatelích určité velikosti pracoviště (případně po developerech a vlastních nemovitostech) zavádět programy redukce cest na jednotlivých pracovištích, při rozvoji sídelních, komerčních a výrobních zón.

Alternativní nebo klouzavá pracovní doba

- zahrnující 3 netradiční scénáře:

- ☐ individuálně stanovená pracovní doba (dříve, později) pouze s určenou zaručenou společnou dobou na pracovišti
- ☐ stlačený pracovní týden do méně delších pracovních dnů
- ☐ odstupňovaný (skupinově) začátek a konec pracovní doby

(K této skupině patří i dříve popsaná práce na dálku pomocí telekomunikačního spojení.)

Zóny s omezením automobilové dopravy

(část území, kde je automobilová doprava téměř vyloučena)

- ☐ individuální automobilová doprava je omezena jen na případy nouze a příjezd záchranných služeb. Zóny s omezením vjezdu jsou aplikovány v rezidenčních, obchodních, historických zónách a areálech institucí. Příjezd je povolen pouze cyklistům, taxislužbě, hromadné dopravě a pěším.

Na obvodě zóny musí být vybudovány parkovací příležitosti.

- ☐ alternativně je skupinám uživatelů, jejichž vjezd je povolen snížena rychlost a upraven způsob jízdy. Zóny zklidněné či s rychlostí omezenou na 30 km/hod vznikly s cílem zajistit bezpečnost chodců a dětí v rezidenční nebo nákupní ulici.

Řízení parkovacích příležitostí

- ☐ regulace příjezdu k jednotlivým parkovištím pomocí informačního a navigačního systému

Aplikace opatření

Opatření jsou cílena na denní dojížděku a rozložení špičkového období kromě zón s omezením vjezdu a regulace parkování, které musí být akceptovatelné pro cesty za nákupem a rezidenty.

Odpovědnost za zavádění uvedených systémů je ponechána na zaměstnavatelích, developerech a sdruženích. Předpisy pro programy omezování cest jsou v zahraničí v zodpovědnosti měst a územních celků s přispěním odborů ochrany životního prostředí a občanskými iniciativami.

Účinky na dopravní chování

Zavedení souboru opatření lze snížit dopravní špičku až o 20 % včetně zatížení autobusů ve špičce a objemu zaparkovaných vozidel. Snížení špičky se projeví i v úspoře času účastníků dopravy.

Zvláštní problémy

Administrativní opatření musí mít závazný cíl formulovaný jako povinné docílení výsledku a nikoliv jako projekt nebo opatření. Jinak se zcela míjí účinkem. Rovněž dopravní sdružení je úspěšné pouze tehdy, pokud má finanční a politickou podporu zavést efektivní způsob regulace dopravní poptávky nebo ovlivnit zavedení jiným subjektem.

Zavádění zón zákazu vjezdu a zvýšení parkovacích poplatků musí být citlivě zvažováno z hlediska ztrát hospodářských výsledků podniků (obchodů a služeb) v zóně.

3.2 STRATEGIE ZVÝŠENÍ NABÍDKY

3.2.1 Výstavba nových dopravních zařízení

Jednou ze základních forem uspokojení dopravní poptávky je zvýšení kapacity dopravních zařízení a služeb.

3.2.1.1 Hromadná doprava

V hromadné dopravě se jedná o nové trati, nové autobusové pruhy, nové nástupní a přestupní terminály, nabízející vyšší kapacitu, rychlost a kvalitu služeb, zejména v přestupu a intervalu.

Objektivní posouzení kvality služeb hromadné dopravy a zásady pro dimenzování jejích zařízení umožňuje připravovaný manuál TCQSM 2000 (manuál pro hodnocení kapacity a kvality služeb) vydávaný TRB USA.

3.2.1.2 Individuální doprava

Výstavba dopravních zařízení zahrnuje

- ☐ budování nových tras rychlostních komunikací

- ❑ rozšiřování stávajících tras rychlostních komunikací
- ❑ budování nových tras, přeložek a obchvatů silnic I., II. a III. třídy
- ❑ rozšiřování stávajících tras a odstraňování závad snižujících kvalitu dopravních služeb (viz Systém hospodaření s komunikací)
- ❑ budování nových místních komunikací
- ❑ rozšiřování, resp. odstraňování závad a konfliktů na stávajících místních komunikacích
- ❑ přestavba křižovatek nevyhovujících z hlediska kapacity, bezpečnosti a zdržení vozidel
- ❑ stavební odstranění dalších závad snižujících úroveň služeb komunikace:
 - ⇒ odbočení
 - ⇒ připojení
 - ⇒ průplet
- ❑ stavební odstranění promítání kongescí do předchozího uzlu
- ❑ zvýšení kapacity úseku před křižovatkou
- ❑ zvýšení kapacity připojovacích ramp
- ❑ omezování střetů s jinými druhy dopravy
 - ⇒ úrovněvé železniční přejezdy
 - ⇒ přechody a přejezdy
 - ⇒ pěší a cyklistická doprava na jízdním pásu (budování chodníků a cyklistických stezek)
 - ⇒ zastavení, stání a parkování v jízdním pásu (budování dostatečně dimenzovaných parkovacích kapacit), budování ploch pro nakládku a vykládku mimo komunikace
 - ⇒ zastávky hromadné dopravy (budování zastávkových pruhů mimo jízdní pás)
- ❑ omezování střetů s přímou obsluhou přilehlého území (budování servisních komunikací mimo hlavní dopravní provoz, odstranění jednotlivých vjezdů na pozemky, zřizování připojovacích a odbočovacích pruhů a to zejména pro levé odbočení a připojení)
- ❑ zvýšení podílu trasy s možností předjíždění (budováním třípruhových komunikací, směrově rozdělených komunikací, likvidací vjezdů k zařízením mimo uzavřenou obec, omezováním délky obce podél komunikace vyššího dopravního významu).

3.2.2 Zlepšení řízení silniční dopravy

3.2.2.1 Řízení dálniční a silniční dopravy

Zahrnuje všechny druhy opatření, které umožňují a podporují co nejefektivnější dopravu. Výsledkem má být optimální dopravní proud s minimálním zdržením. Taková opatření jsou aplikována již dlouhodobě, avšak v omezené míře a tím vznikají často místní nebo dočasné účinky.

3.2.2.2 Řízení vstupů a vjezdů

Jedná se o světelnou signalizaci umístěnou na vjezdových rampách dálnic a městských rychlostních komunikací, která reguluje vjezd na dálnici na určitou míru. Měřiče hodnotí hustotu a plynulost dopravy na dálnici a regulují vjezd tak, aby nevznikl nestabilní dopravní proud. Tím, že zůstává zachována bezkongesční provozní úroveň na komunikaci, je maximálně využita výkonnost komunikace, rychlost zůstává stabilní a nedochází k nehodám vznikajícím v souvislosti se ztrátou stability dopravního proudu.

3.2.2.3 Dopravní informační systémy

Poskytují rozmanité informace, které napomáhají cestujícímu dosáhnout požadovaného cíle automobilem, hromadnou dopravou nebo jejich kombinací. Některé systémy poskytují informace motoristovi vztahované ke skutečné poloze vozidla (pomocí navigačních systémů, např. GPS - Global Positioning System), a průběžné rady týkající se dopravních podmínek, alternativních tras, povětrnostních podmínek, podmínek sjezdovosti, varování a parkovacích možností. Jedná se o informace v průběhu cesty (nikoliv předcestovní).

3.2.2.4 Zlepšení dopravní signalizace

Má tři zásadní okruhy:

- ❑ koordinace skupin signalizací použitím velmi přesné časové koordinace
- ❑ systematická optimalizace délek jednotlivých fází a dob
- ❑ řízení dopravy komplexním sledováním příjezdu skupin vozidel

3.2.2.5 Systém řízení dopravy na dálnicích a komunikacích pro motorová vozidla

Cílem systému je zajistit obnovu dopravního provozu mezi silnicí pro motorová vozidla a systémem přilehlých silnic a sběrných městských komunikací s použitím

- ❑ kontrolních technologií (řízení vjezdových ramp, sledování dopravního proudu v hlavní trase)
- ❑ dopravních informačních systémů.

Základem je předvídat poptávku, sledovat provozní podmínky celého systému a přenášet informace v reálném čase o kongescích a jiných dopravních omezeních.

Dynamické řízení dopravy reaguje na měnící se dopravní podmínky podle stanovených pravidel o typu komunikace s cílem minimalizovat zdržení v dopravě. Dynamické řízení hraje významnou roli při omezování kongescí a snižování nehodovosti formou:

- ❑ výstrahy
- ❑ omezení rychlosti
- ❑ vymezení způsobu užití jízdních pruhů
 - ⇒ jízdní pruhy s proměnným směrem jízdy
 - ⇒ jízdní pruhy vyhrazené v určitou dobu pro určitá vozidla
- ❑ strategického přesměrování dopravních proudů

Systém řízení dopravy v sobě integruje řízení různých funkcí, včetně vjezdových ramp, ovládání světelné signalizace, omezování rychlosti a naváděcího a informačního systému pomocí proměnného dopravního značení. Tento koncept je běžně praktikován při řízení provozu v tunelech a na velkých viaduktech.

3.2.2.6 Řízení nehod a mimořádných událostí

Zahrnuje celé spektrum aktivit od detekce incidentu, správné reakce na incident až po odstranění incidentu a uvolnění komunikace. Řízení musí být koordinováno a naplánováno zejména v nasazení lidských a technologických zdrojů tak, aby co nejrychleji po incidentu mohla být obnovena plná kapacita komunikace, aby byly řidičům poskytnuty aktuální informace a nabídnuta objízdná trasa, dokud nebude dopravní omezení odstraněno. Trvání incidentu musí být minimalizováno okamžitou detekcí a rychlou reakcí na incident.

včetně co nejrychlejšího odstranění překážek z jízdních pruhů. Obnovení plné kapacity je docíleno odstraněním vozidel nejen z jízdních pruhů, ale i z dohledu motoristů. Obnovení kapacity zahrnuje rovněž úplné rozplynutí kolony vzniklé incidentem. Z řady důvodů, včetně existujících technologických omezení a omezenosti finančních zdrojů k zjišťování nehod, je množství informací o možnostech objízdné trasy poskytované motoristům omezené. Nejlepší běžná praxe informuje motoristy o vzdálenosti od nehodového místa a předpokládaném zdržení. Pro zlepšení poskytnutých informací je vynakládáno velké úsilí. Stejně významným prvkem regionálního úsilí k zvládnutí dopravních kongescí je mobilizace dostatečných zdrojů k realizaci dostatečně účinných zlepšení bezpečnosti dopravy a tím i snížení počtu nehod.

3.2.2.7 Kontrola dopravy při výstavbě a přestavbě

Souběžně s jakoukoliv významnou výstavbou či rozvojem území musí být učiněny takové kroky, které účinně zvládnou vyvolanou dopravní poptávku a to i s ohledem na bezpečnost, mobilitu, sousedské dopady, obchodní důsledky, pohyb zboží a podobně. Program musí zahrnovat soubor všech dříve popsanych způsobů regulace dopravní poptávky a řízení provozu. Postup výstavby by měl zohledňovat co nejmenší spotřebu času a tím omezit časová zdržení cestujících ovlivněná výstavbou. Existují různá úspěšná opatření, jak omezit dobu výstavby a tím i negativa s výstavbou spojená:

- ☐ vícesměnná výstavba včetně víkendů
- ☐ postup výstavby v proudu tak, aby se minimalizovaly změny v dopravním chování
- ☐ uplatněním bonifikace dodavatele za dřívější dokončení výstavby a sankce za opožděné dokončení
- ☐ užití nových technologií výstavby a údržby

3.2.2.8 Změna směru jízdy v jízdních pruzích

Jednoduchý a pružný přístup k řízení směrově nevyvážené dopravní poptávky během špičkových hodin nabízí jízdní pruh, provozovaný ve směru převažující dopravní poptávky ve špičkovém období. Tato metoda může být užívána jak pravidelně (denně), nebo může být uplatněna při mimořádných akcích.

Omezení pro vhodné uplatnění pruhu s proměnným směrem jízdy je následující:

- ☐ směrová nerovnoměrnost dopravní poptávky musí být taková, že nižší počet pruhů bude dostatečný pro opačný (nešpičkový) směr jízdy
- ☐ zavedení změny směru jízdy vyžaduje buď přítomnost personálu nebo technologie kontroly a řízení způsobu jízdy
- ☐ prvořadé zabezpečení bezpečnosti provozu, vylučující jakékoliv pomýlení řidičů o způsobu jízdy, které by mohlo přispět k nehodám a nebezpečným manévřům

Cíle a účinky

Základním cílem řízení dopravy na dálnicích a sběrných komunikacích, které má ovlivnit opakující se kongesce, je zvýšit kapacitu systému zejména v kritických místech. Účinky regulace vjezdu se projevují ve stabilitě dopravního proudu, ve zvýšení cestovní rychlosti a spolehlivosti cestovní do by. Z výšení cestovní rychlosti

může činit až 18 %, zlepšený systém světelné signalizace může zvýšit cestovní rychlost až o 25 % proti nekoordinovaným a neoptimalizovaným podmínkám pevného signálního cyklu. Komplexní systém řízení dopravy může zvýšit rychlost ve špičce o 20 - 30 %. Některé účinky je obtížné kvantifikovat, jako třeba aktuální dopravní informace pomocí proměnného značení, rozvinutý systém zásahu a odstranění incidentů, vytvářejících neopakovaně kongesce.

Zodpovědnost za zavádění

Na dálnicích musí systémy zavádět a provozovat provozovatel dálnice. Na úspěšném fungování se musí podílet:

- ☐ volené sbory
- ☐ provozovatelé hromadné dopravy
- ☐ místní správa
- ☐ policejní sbory
- ☐ požární a záchranné sbory
- ☐ organizace ochrany živ. prostředí

Mohou se po dílet i další organizace: automobilové kluby, velcí dopravci, pojišťovny a další.

Účinnost vložených prostředků do pokročilého systému řízení dopravy může být až 17:1 zejména v omezení následků nehod, i když využití systému může být sporadické a systém musí být stále v provozní pohotovosti, koordinaci a spolupráci.

Specifické problémy

Hlavním problémem zavedení **řízeného vstupu rampami** je potenciální převedení části cest ze silnice pro motorová vozidla na souběžný uliční či silniční systém. Dobře navržený a provozovaný systém řízení vjezdových ramp však natolik zlepšuje provozní podmínky silnice pro motorová vozidla, že nezpůsobuje významnější přetížení souběžné sítě. V řadě případů vede systém k odstranění kongescí natolik, že se celkový dopravní výkon komunikace zvýší.

Hlavní potenciální problém **dopravního i informačního systému** spočívá v druhu poskytované informace a přesnosti informace, která musí správně reflektovat provozní podmínky systému. Navíc při zhoršujících se podmínkách kongesce se způsob řešení různí při nárůstu ovlivněných řidičů.

Zlepšení systému řízení dopravy, zejména množství a kvalita programů systému řízení, jsou ovlivněny mezi-resortními koordinačními problémy, nedostatkem dostatečně kvalifikovaného personálu a nedostatečnou prioritou poskytovanou programům zlepšení řízení dopravy.

Největší účinnost má program **detekce a odstranění incidentů**, hned po programu snižování jejich počtu. Jedním z přístupů je co nejrychlejší odstranění nepohyblivých vozidel z vozovky, a to i za cenu jejich dalšího poškození, nebo poškození obsahu. Pro komerční i soukromá vozidla výše dodatečné škody, i když je menší v porovnání s docíleným veřejným zájmem je nežádoucí jak pro soukromé vlastníky, firmy nebo pojišťovací společnosti. Proto je třeba řešit otázku zodpovědnosti za škodu vzniklou uplatněním politiky okamžitého uvolnění komunikace.

Systém dopravních informací

Je k dispozici řada příkladů aplikací jako RIA (Amsterdam), SIRIUS (Ile-de-France, Francie), STORM (Stuttgart), Boulevard Periphérique (Paříž, Francie).

- ❑ Radiozpravodajství šíří pravidelně informace o kongescích na dálnicích, o jejich poloze, délce a alternativních trasách. Automatický sběr údajů a automatický vstup dopravních zpráv do provozu autorádia činí systém velmi účinným.
- ❑ Pomoc při volbě dopravního módu, cestovní doba a výběr trasy, předcestovní informace i navádění na trase, dynamický systém informací P + R, informace o přestupních vazbách v přestupních terminálech, řízení flotily vozidel a systém hlášení nehod a nouze pro urychlení zásahu jsou oblasti komplexního regionálního řízení dopravy.

Dopravní signalizace

- ❑ Standardní nastavení fází a mezikasů světelné signalizace nevyhovuje za špatného počasí (lůžák, sněžení, kluzká vozovka). V takovém případě rychlost jízdy klesá. Pokud je zjištěn pokles o více jak 10 km/hod, dochází k úpravě programu. O kamžitou úpravou programu se zkracují fronty a zdržení, zmenšuje se počet zastavení.
- ❑ Všechny projekty snižují objem kongescí, zvyšují plynulost jízdy a cestovní rychlost pomocí zdokonaleného řízení dopravy v závislosti na detekci dopravních proudů.

Dálniční systémy řízení dopravy

- ❑ Omezování kongescí, snižování nehodovosti, snižování spotřeby a zlepšení ovzduší jsou společné cíle programů řídicích koridor jedné nebo více dálnic, křižujících a souběžných komunikací.

Řízení incidentů

- ❑ Dopravní operační centrum řídí zásahy personálu policie a udržuje a reguluje doopravdy si tuaci pomocí smyček signalizace, dopravních hlásek a uzavřených okruhů televizních kamer. Všechny dopravní si tuace a jejich řešení jsou předem naplánovány a jejich řízení zajištěno pomocí měnitelných značek a radiových informací. Úspěšný systém musí disponovat rovněž účinnou zásahovou technikou, tahači, jeřáby, speciálními vyprošťovacími vozidly, požárními vozidly a další technikou.

Řízení dopravy při rozsáhlých silničních přestavbách

Příklady intenzifikace a speciálních řešení výstavby při střetu s vysokými objemy stávající dopravy prokazují, že ač jsou tyto postupy o 10 - 20 % dražší než standardní postupy, snižují negativní dopady z rušení dopravy stavbou, jako je nárůst nákladů uživatelů a nehodovosti.

Opatření jako včasné úpravy paralelních tras, informační kampaň, nasazení speciálních expresních autobusů včetně parkovišť P + R mohou minimalizovat důsledky probíhající přestavby stávající sítě.

3.2.3 Vytváření preferencí v dopravě

Základní popis

Opatření preference dopravy zahrnují řadu praktických kroků s cílem zvýšit cestovní rychlost, bezpečnost a spolehlivost určitého druhu dopravy.

Preferenční opatření mají za cíl zvýšit atraktivitu určitého druhu dopravy s cílem omezit dojížděku autem s nízkou obsazeností a zvýšit užívání hromadné dopravy, spolujízdy, jízdy na kole a chůze. Základními druhy preferenčních opatření jsou:

- ❑ vyhrazené pruhy pro autobusy
- ❑ pruhy pro více obsazená vozidla
- ❑ zařízení pro cyklisty a chodce
- ❑ preference v dopravní signalizaci

Nejúspěšnější projekty preference dopravy zahrnují podpůrné služby a programy souběžně s fyzickými zlepšeními jako P + R parkovišti, přístřešky na kola a přestupními centry. Podpůrné služby a programy mohou zahrnovat:

- ❑ nové nebo rozšířené služby hromadné dopravy
- ❑ programy pro podporu spolujízdy a spolurozvážky
- ❑ parkovací politiku
- ❑ zvýhodněné časové jízdenky hromadné dopravy (podporované zaměstnavateli)
- ❑ marketingové a propagační programy

Zavádění preferenčních opatření má za cíl umožnit vyváženější využívání silničního a uličního prostoru rozdílnými druhy dopravy s cílem veřejného prospěchu.

Vyhrazené a autobusové pruhy mají za cíl zvýšit přepravní kapacitu komunikace v osobách/hod. Přínosy úspor času a vyšší spolehlivosti jízdního řádu poskytují cestujícím motivaci pro volbu hromadné dopravy místo jízdy autem. Navíc autobusové pruhy umožňují zvýšit cestovní rychlost a spolehlivost a upravit tak jízdní řády a tím zvýšit účinnost hromadné dopravy a snížit provozní náklady, včetně nižšího nároku na vozový park.

Cyklistická a pěší zařízení mají primární funkci oddělit tyto druhy dopravy od automobilové s cílem vyšší bezpečnosti a často i pohodlí.

Zkušenosti se zařízeními pro preferenci ukazují schopnost přesvědčit část cestujících ke změně a přechodu od osobního automobilu, a to zejména nabídkou rychlosti a spolehlivého času dosažení cíle.

Pro krátké vzdálenosti je efektivní nahradit jízdu autem jízdu na kole a chůzí. Přesto je počet jízdy autem na vzdálenost do 5 km značný.³

Pruhy pro více obsazená vozidla (2 a více cestujících a autobusy) umožňují ve špičce docílit až dvojnásobnou rychlost proti normálním pruhům.

Aplikace

Na světě je uplatňováno množství systému preference určitých druhů dopravy. Samostatné pruhy pro autobusy a více obsazená vozidla jsou provázena objížděnými pruhy, řízením vjezdových ramp, vytvářením autobusových pruhů zejména na radiálách do centra a přestupních terminálů na hromadnou dopravu. Dobré

³ Přestože v Holandsku je 28 % všech cest skutečně na kole, je 40 % jízdy autem kratší než 5 km. Ve městech postižovaných dopravními kongescemi je přitom často cesta od dveří ke dveřím rychlejší na kole než autem.

podmínky pro chůzi a jízdu na kole, hustší zástavba polyfunkčního území a kvalitní služby hromadné dopravy společně vytvářejí účinnou alternativu k používání automobilu jednou osobou. V některých evropských městech jsou vytvořeny nejen vyhrazené pruhy pro autobusy a taxi, ale současně i cyklistické pruhy s detektory cyklistů na signalizovaných křižovatkách.

Preference hromadné dopravy (nejen pro tramvaje, ale i pro autobusy) vyžaduje vybavení vozidel (nejenom detektory na trakčním vedení), avšak docílený účinek je až 20 % zvýšení cestovní rychlosti a 15 % snížení cestovní doby. V kompletně vybaveném systému může až 90 % preferovaných vozidel projíždět křižovatkami bez zastavení. Negativním důsledkem je však drastické zhoršení rychlosti individuální dopravy, pokud pro ni není vytvořena alternativní komunikační síť, na které nedochází ke střetům s hromadnou dopravou.

Zodpovědnost za zavedení a provoz preferenčního systému

Zodpovědnost mají organizace správy komunikační sítě spolu s organizacemi zodpovědnými za hromadnou dopravu. Provozovatelé hromadné dopravy často zodpovídají i za organizování a podporu spolujízd, provoz zařízení P + R a další podpůrné programy.

Respektování předpisů a jeho vynucování je zpravidla v gesci dopravní policie. Účinnost systému závisí na dobré spolupráci všech partnerských organizací.

Účinnost zavedení systému

Jsou známy případy, že až 50 % uživatelů hromadné dopravy anebo spolujezdců dříve užívalo vlastní osobní automobil k denní dojíždě. Přesný ekonomický efekt celého souboru opatření se prakticky nedá vyčíslit. Obecně je však vytvoření preferované trasy hromadné dopravy podstatně levnější než vybudování trasy hromadné dopravy na samostatném tělese.

Speciální otázky

Velice záleží na definici oprávněných uživatelů vyhrazeného pruhu (autobus + OA obsazená 2, 3 nebo více osobami), aby pruh byl dobře využit a nevznikl syndrom prázdného pruhu. Pruh s imusí zachovat výhodu spolehlivosti a úspory času. Proto lze požadavky na obsazenost vozidel vyhrazeného jízdního pruhu měnit mezi obdobími dopravní špičky a sedla. Současně je třeba nutit k respektování stanovené obsazenosti vozidel ve vyhrazeném pruhu, aby v něm rovněž nevznikly kongesce. Z neužívání výhod vyhrazeného jízdního pruhu vede ke ztrátě motivace a ztrátě podpory pro tuto dopravní politiku.

Respektování pravidel pro užívání vyhrazeného pruhu vyžaduje dozor nebo nasazení speciálních kontrolních technologií. Zavádění jakékoliv preferenční politiky musí být naplánováno pečlivě, aby nevznikaly nepřiměřené negativní účinky na ostatní druhy dopravy, přilehlé území a nevznikaly negativní reakce.

Příklady praktického využití

- ☐ pruhy pro vozidla obsazená více osobami:
- ☐ cyklistická a pěší zařízení:
 - ⇒ průběžné cyklistické trasy z obytných okrásků do center měst zvyšují podíl cyklistické dopravy v dojíždě do práce. Součástí progra-

mu jsou stojany, přístřešky a úschovny kol, potřebné servisy a půjčovny v místech soustředění.

- ⇒ v místech velké koncentrace chodců a zvýšené nehodovosti na přechodech jsou prováděny úpravy zvyšující ochranu a bezpečnost chodců, např. zkrácení přecházené délky.

- ☐ preference při světelné signalizaci:
 - ⇒ autobusy a řadiče signalizací jsou vybaveny vysílači a přijímači. Průměrná úspora času na křižovatce je 10 sekund, spolu s 3 % zvýšením cestovní rychlosti
 - ⇒ široce rozšířená preference hromadné dopravy na signalizovaných křižovatkách přináší až 15 % úspory času.

3.2.4 Provozování hromadné dopravy

3.2.4.1 Popis opatření

Rozšiřování služeb hromadné dopravy je považováno za nejdůležitější součást opatření pro snížení kongescí v městském prostředí, protože přesun uživatelů od osobního automobilu k hromadné dopravě omezuje kongesce v regionálním rozsahu.

Zvýšení atraktivity hromadné dopravy zahrnuje:

- ☐ zřizování expresních tras
- ☐ zřizování zařízení P + R
- ☐ zlepšování služeb
- ☐ propagace a zlepšování spokojenosti cestujících
- ☐ zvyšování kapacity spojů.

Expresní spoje

Zpravidla autobusové, mají omezený počet zastávek. Meziměstské expresní spoje mají zpravidla i vyšší jízdné.

Zařízení P + R

Musí být dostatečně kapacitní, dobře napojené na radiální komunikaci a vybavené informačním systémem o službách hromadné dopravy. Musí být zajištěna bezpečnost odstavených vozů.

Zlepšování služeb hromadné dopravy

Neznamená jen zvětšení rozsahu tras a zvýšení frekvence, ale celou řadu netradičních služeb, např. kyvadlovou dopravu k páteřním trasám nebo bezplatné či zvýhodněné jízdné mimo špičku. Významnou službou je koordinace tarifů a jízdních řádů různých systémů, možnost nákupu jízdenek bez ohledu na druh dopravy nebo operátora až po jízdenky v integrovaném systému bez ohledu na dopravce po celé zemi.

3.2.4.2 Zásady a účinky

Hlavním cílem všech zlepšení hromadné dopravy je omezit jízdy automobilů obsazených 1 osobou. Je proto třeba se zaměřit na úspory času a nákladů, dobré služby a jiné výhody. Nedostatek veřejných prostředků znamená, že je nutno vytvářet větší prostor pro soukromé podnikání v navrhování, provozování a financování hromadné dopravy a souvisejících služeb.

3.2.4.3 Aplikace opatření

Řada netradičních služeb hromadné dopravy je v experimentálních stádiích a tak nejsou některé účinky

kvantifikovány. Např. soukromí dopravci jsou najmutí k provozování P + R expresních autobusových linek či autobusů na zavolání napojujících atraktivní cíle – letiště, hotely, páteřní trasy hromadné dopravy, půlčkovny aut. Expresní autobusy zpravidla obsluhují radiální trasy velkých měst na délku nad 25 km a dále periferní zařízení P + R s centrem.

Zlepšení sl. uzeb z ahrnuje nejen pr odloužení tras a zkrácení intervalů, rozšíření provozních hodin, nepřetržitý provoz minibusů, špičkové nebo polední okružní spoje. Některá města provozují v turisticky atraktivních centrech bez platné okružní linky autobusů (např. Los Angeles – Long Beach, Cambridge a další).

3.2.4.4 Zodpovědnost za zavádění

Na zlepšení služeb hromadné dopravy se ve světě podílejí velmi rozmanité subjekty a agentury v závislosti na strategii nebo službě. Kromě místního provozovatele hromadné dopravy, odpovědného za navrhování, zavádění a provozování služeb, se na službách podílí množství soukromých firem schopných pružně reagovat na zjištěnou poptávku.

3.2.4.5 Účinnost

Všechna výše popsaná zlepšení provozu hromadné dopravy mají přímý pozitivní dopad na celkovou regionální mobilitu. Zlepšení kvality hromadné dopravy má efektivní dopad na podporu přechodu od užívání automobilu obsazeného jednou osobou k užívání hromadné dopravy. Expresní autobusy od Park and Ride parkovišť provozované soukromými dopravci mohou přivést nové uživatele autobusového systému a tím snížit provozní ztrátu provozovatelů.

Rychlá a kapacitní autobusová spojení mohou výrazně ovlivnit mobilitu pracovních sil a snížit nezaměstnanost nebo naopak zvýšit zaměstnanost. Ekonomická účinnost hromadné dopravy při náhradě dopravy automobilové je velmi závislá na řadě podmínek. V principu efektivnost jakékoliv hromadné dopravy je úměrná schopnosti přitáhnout zákazníky a dále tradičnímu chování a zvykům obyvatel města. V nejjednodušším případě, pokud je dostatek cestujících, aby zaplnili téměř všechna sedadla ve vozidle hromadné dopravy, potom jsou provozní náklady dostatečně pokryty a přitom je snížen počet automobilů v systému.

3.2.4.6 Speciální problémy

Podstatné rozšíření služeb hromadné dopravy je velice závažným a komplexním činem. Zavedení takových opatření vyžaduje poměrně dlouhý čas, komplikované multidisciplinární plánování a program a politické dohody. Pro optimální dopravní obsluhu a zachování její efektivnosti je třeba použít standardní plánovací techniky, které jsou vyvíjeny pro hodnocení poptávky pro hromadné dopravě.

Důležitou otázkou je, kdo bude dotovat tyto služby a kdo bude provozovatelem těchto služeb. Pokud jsou služby hromadné dopravy cíleny jako doprava k významným zaměstnavatelům, lze očekávat, že se tyto zaměstnavatelé budou na podpoře hromadné dopravy podílet. Významnou roli při zefektivnění hromadné dopravy hraje vstup soukromého sektoru do jejího provozování. Avšak řadu oblastí je nesnadné obsluhovat hromadnou dopravou. To potom vede ke zvýšení

podílu vlastnictví automobilů v předměstských oblastech a tak je potom o to nesnadnější získat uživatele těchto automobilů k hromadné dopravě

3.2.4.7 Příklady praktických aplikací

Expresní autobusové služby

Holandsko – Amsterdam

- ❑ Luxusní linkové autobusy se používají na trasách s vysokým počtem dojíždějících. Služby zaručené cestujícímu jsou:
 - ⇒ zaručené sedadlo
 - ⇒ noviny
 - ⇒ káva
 - ⇒ oddělení kuřáků od nekuřáků.

Sedadla jsou uspořádána tak, aby poskytovala komfort. Autobusy využívají vyhrazených autobusových pruhů a preference hromadné dopravy.

Minneapolis

- ❑ Na 12 páteřních radiálních trasách jsou provozovány expresní autobusy v ranní a odpolední špičce z příměstských sídel a parkovišť Park + Ride do centra

Zařízení Park + Ride

Švýcarsko

- ❑ V řadě švýcarských měst poskytují parkoviště Park + Ride na periférii bez platné parkování a expresní autobusové služby nebo dobré železniční spojení s centrem.

Zlepšení služeb hromadné dopravy

Francie

- ❑ Široce rozšířen systém řízení flotily vozidel hromadné dopravy a sledování jejich polohy v porovnání s polohou dle jízdního řádu. Možnost sledování vozidel vede ke zvýšení celkové produktivity systému o 12 %.

St. Paul – Minnesota

- ❑ Okružní linka malých autobusů provozovaná na 5 trasách spojuje předměstská nákupní centra a umožňuje cestujícím přestup na páteřní autobusové trasy do centra měst Minneapolis a St. Paul. Autobusy jsou vybaveny zvedacími plošinami pro invalidní vozíky a přepravují jízdní kola.

Holandsko

- ❑ Sezónní přímořská autobusová linka: v letních měsících jsou provozovány autobusové linky vedené tak, aby snižovaly užívání osobních automobilů rekreanty a návštěvníky regionu. Autobusové trasy obsluhují campy, parky, pláže a další turistické atrakce. Přestože program měl pouze malý vliv na snížení využívání automobilu, přispěl ke zvýšení pohyblivosti návštěvníků oblasti.

Londýn – Velká Británie

- ❑ Systém 500 km autobusových pruhů vedl k významnému snížení spotřeby času v autobusové dopravě přes 20 % a zvýšené spolehlivosti dodržování jízdního řádu. Nehodovost se snížila o 17 % a celková spotřeba času v daných trasách o 20 %. Vyhrazené pruhy jsou kromě pro auto-

busy vyhrazeny také pro taxislužbu, která vysazuje nebo nabírá cestující, pro zásahové služby a pro přivezení a odvezení handicapovaných osob.

Služby minibusů

Švédsko

- ❑ V některých obcích Góteborgu byly nasazeny 8místné minibusy dopravující cestující k železniční stanici a zajišťující další cesty a dopravu dětí. Zajištění dopravních služeb v obcích snížilo potřebu rodin vlastnit druhý vůz.

Dobrá image hromadné dopravy

Provozovatelé hromadné dopravy ve Francii věnují značné úsilí tomu, aby zvýšily image hromadné dopravy. To se týká nejen vnějšího a vnitřního vzhledu autobusů, ale i čistoty autobusů a stanic, vybavení ve stanicích a na autobusových zastávkách, vybavení vozidel audiosystémem, zvýšení bezpečnosti a přístupnosti vozidel pro invalidní osoby prostřednictvím cílené reklamy.

Zvýšení kapacity vozidel hromadné dopravy

Na linkách s vysokým počtem přepravovaných osob je vhodné pro zachování potřebného komfortu a docílení přepravní kapacity používat velkoobjemové autobusy sestavené z více článků.

3.2.5 Přeprava zboží, zásobování (nákladní doprava)

3.2.5.1 Popis opatření

Doprava nákladů a služeb v městské a příměstské oblasti je významnou aktivitou, která je klíčovou součástí problémů, které musí být řešeny. Rychlost, náklady a spolehlivost, s kterou je zboží a suroviny dopravovány v regionu, rozhodují o ekonomické prosperitě regionu. V kvantitativních měřících Ministerstvo dopravy USA odhaduje, že na celostátní úrovni je ročně přemísťováno více než 25 tun nákladu na obyvatele. Na lokální úrovni byl již před 30 lety tento objem v městské oblasti odhadnut na dalších 5 tun na hlavu, avšak tyto objemy se v posledním období výrazně zvýšily jak v objemu přepraveného nákladu, tak v počtu malých zásilek v rozvoji soukromých dodavatelů a hlavní trasy nákladní dopravy reprezentují významný problém pro řízení dopravy a musí být vzaty v úvahu při řešení kapacitních otázek a otázek kongescí, bezpečnosti dopravy a problémů životního prostředí.

Dalším problémem je vlastní zásobování nákladními vozidly ve městě. Většina budov, zejména v hustě zastavěném území, nemá své nákladní plochy mimo komunikace a skládání a nakládání zboží se děje z komunikace. Pokud některé objekty mají své vlastní nákladní dvory, často nejsou dostupné velkými návěsovémi soupravami. Nákladní doprava vytváří problémy při zásobování historických center s úzkými ulicemi a malými poloměry v křížení ulic.

Další problém vytváří nápravné tlaky nákladních automobilů.

Další prvky infrastruktury mohou vytvářet problémy pro těžkou nákladovou dopravu jako nízká podjezdna

výška podjezdů, sloupy, osvětlení a signalizace příliš blízko obrubníkům.

3.2.5.2 Zásady a účinky

Každá etapa procesu dopravy zboží může přispět k efektivnímu nebo neefektivnímu toku zboží.

1. Pohyb nákladních vozidel v dopravním proudu
2. Umístění, množství, dostupnost a velikost nakládacích zón dopravců a příjemců zásilek, který umožňuje účinné zaparkování
3. Přiměřenost parkovacích ploch objemu dodávek, která snižuje čekací doby
4. Připravenost příjemce zásilky vyložit nebo naložit náklad, vypravit dodávku apod.

Všechna všeobecná opatření prováděná k zlepšení plynulosti dopravního proudu jsou prospěšná k snížení cestovní doby nákladních vozidel. Opatření orientovaná přímo na nákladní dopravu, jako je odstranění provozních nebo fyzických překážek se projeví ve snížení zdržení v nákladní dopravě a tedy i všeobecně v plynulosti dopravního proudu. Omezení provozu nákladních vozidel na některých komunikacích snižuje střety mezi nákladními automobily, osobními automobily a chodci a snižuje náklady na údržbu komunikací, zvyšuje všeobecnou plynulost dopravy.

Zřizování speciálních tras nákladové dopravy, zvláštních ramp nebo křižovatek může snížit spotřebu času dopravců, snížit konflikty mezi nákladními a osobními automobily, snížit objem nákladové dopravy na ostatních ulicích a zvýšit homogenitu dopravního proudu.

Zlepšení rozsahu a organizace ploch pro nakládání jak na ulici, tak mimo ulici může:

- ❑ snížit čekací čas dopravců
- ❑ zlepšit produktivitu řidičů
- ❑ omezit dvojí parkování
- ❑ zvýšit obrát na plochách pro nakládku a vykládku.

V dlouhodobém měřítku taková zařízení jako truckterminály mimo komunikace a automatický proces dopravy zboží má významný pozitivní dopad na efektivitu a náklady dopravy zboží.

3.2.5.3 Aplikace opatření

Soukromý sektor může učinit řadu kroků, aby zlepšil nakládací a vykládací podmínky u budov:

- ❑ zlepšení vykládacích ploch tak, aby byly lépe přizpůsobeny velikosti a skladbě nákladních vozidel
- ❑ změny v budovách, které usnadňují manipulaci se zbožím, např. výtahy a vykládací rampy
- ❑ zlepšená přepravní logistika umožňující dodávky just in time
- ❑ lepší organizace dodávek a jednodušší dokumentace, tzn. snížená administrativa při dodávce, čímž je uspořen čas dodání
- ❑ vytvoření dostatečných skladových prostor pro zásoby ve velkých budovách tak, aby se snížil počet dodávek určitého zboží.

Úlohou veřejného sektoru je zlepšit všeobecné podmínky pro dopravní proud, zejména pro jeho plynulost a spolehlivost, které jsou přínosem zejména pro nákladní dopravu.

Ty zahrnují zlepšení komunikační sítě, zlepšení směrového vedení komunikací, zřízení jednosměrných komunikací, zlepšení dopravní signalizace, zlepšení v křižovatkách, kanalizaci, řízení dopravy, omezení parkování podél obrubníku ve špičkových hodinách a vytváření pruhů s měnitelným směrem jízdy.

Hlavní provozní a fyzická omezení, která zvláště ovlivňují nákladní dopravu, jako je dopravní signalizace, poloměry odbočování, šířka jízdních pruhů a výšková omezení, šířka středního pasu a překážky v průjezdovém profilu, jsou úkoly pro veřejný sektor. Významnou podmínkou pro nákladní dopravu, zejména pro skládání zboží z komunikace, je zajistit v určité době volný odstavný pruh nezaplňovaný parkujícími vozidly. Je třeba vytvořit takovou politiku, aby tento odstavný pruh sloužil všem oprávněným uživatelům přiměřeně. Využití odstavných pruhů musí zohledňovat efektivitu, náležitost a dostupnou alternativu pro skládání zboží. Odstavování vozidel podél obrubníků musí zajišťovat takovou politiku, jakou je zákaz stání a zastavení nebo parkování s ohledem na plynulost a bezpečnost dopravy.

Dále v regulaci parkování musí být zohledněno:

- ☐ zóna pro skládání a nakládání zboží
- ☐ zachování dostatečného prostoru pro vjezd rozměrných vozidel do dvorů
- ☐ respektování autobusových zastávek a taxistovníšť
- ☐ vytvoření dostatečného prostoru pro turistické autobusy, dodávková vozidla a další speciální uživatele
- ☐ vytvoření časových limitů pro parkování a stání.

Omezení nákladové dopravy může být provedeno různými metodami:

- ☐ Stanovením dovolených časů zásobování,
- ☐ zákazem průjezdu,
- ☐ vymezenými trasami atd.

V tomto směru se politika v různých zemích různí. Např. ve Švýcarsku nákladní automobily nesmí jezdit během noci a o sobotách, nedělích a svátcích mimo těch, která obdrží zvláštní povolení při přepravě zkazitelného zboží. Francie má obdobné omezení na nákladovou dopravu, např. v letních měsících o víkendech, svátcích a dnech před svátky. V Paříži je doba, během které mohou automobily stát podél komunikace, rozlišena podle velikosti vozidla. Velké nákladní automobily mají kratší povolenou dobu, např. návěšové soupravy mohou být nakládány a skládány z komunikace pouze v noci mezi 21.30 – 7.30 h. Často je rozpor mezi potřebou všeobecného parkování podél komunikace a potřebou nakládání a skládání. Tento rozpor je nutno řešit dalšími opatřeními, jako je zřízení veřejných parkovacích příležitostí mimo komunikace anebo vytvořením míst nakládky mimo komunikace.

V některých nejzatíženějších směrech je dlouhodobým řešením:

- ☐ vytvoření speciálních tras orientovaných na nákladní dopravu,

- ☐ komunikací vyhrazených pouze nákladní dopravě,
- ☐ ramp nebo křižovatek vyhrazených pro nákladní dopravu.

3.2.5.4 Zodpovědnost za zavádění

Dopravci a příjemci zboží, projektanti a vlastníci budov, projektanti dopravní infrastruktury, ti všichni musí přispět k vytvoření dobrých podmínek pro nákladní dopravu. Dopravci a příjemci zboží jsou závislí na ceně, kvalitě a dostupnosti služeb nákladní dopravy spolu s náklady na zajištění dopravních zařízení a s náklady spojenými s poškozením nebo zdržením zásilek. Tato hlediska vytvářejí řadu možných opatření, která zlepšují podmínky hromadné dopravy.

Dopravci, tzn. dopravní společnosti a doručovací služby, jsou ovlivněni náklady a zdržením spojenými s dopravními kongescemi jak velkého tak místního rozsahu. Dále jsou ovlivněni celkovou vzdáleností dodávky, nevhodným uspořádáním prostoru nakládky a vykládky, omezeními provozními hodinami, geometrickým vedením komunikace, způsobem řízení dopravy, omezením provozu nákladních automobilů, nepovoleným parkováním vozidel v místech určených pro nakládku a vykládku a zajištěním bezpečnosti pro zásilky.

Jakožto hlavní ovlivněná osoba závislá na kvalitě přepravy zboží, dopravce musí hrát ve zlepšení podmínek dopravy zboží aktivní roli. Správce dopravní infrastruktury, tedy ŘSD a další správci komunikací jsou ovlivněni poškozením komunikací a mostů, které nejsou schopny odolávat těžkým nákladním automobilům a nejsou schopny zajistit bezpečný a efektivní pohyb zboží a osob. Správce komunikace má přímou zodpovědnost za všechna opatření, která musí být uskutečněna na pozemních komunikacích a podél obrubníků.

3.2.5.5 Účinnost

Přínosy dosažené zlepšením podmínek přepravy zboží včetně organizace a zajištění míst a podmínek pro nakládku a vykládku jsou přínosy nepřímé. S odpovídajícím zavedením se snižují problémy s bezpečností motoristů a chodců. Je zjištěno, že přeprava jedné tuny nákladu v centrálním území měst je v průměru třikrát nákladnější než přeprava téhož zboží v příměstské oblasti a přitom doprava v příměstské oblasti je dvakrát dražší na jednu tunu než v nezastavěném území. Efektivnost požadavků zásobování v noci je diskutabilní. Vyvolává potřebu dalšího personálu a vytváří vyšší bezpečnostní riziko pro noční doručování a tím zvyšuje cenu dodávky, která ve svém důsledku musí být veřejností zaplácena. Na druhou stranu veřejnost získává výhodu spojenou se snížením denních dopravních kongescí.

3.2.5.6 Speciální problémy

Vyhrazené zóny pro nakládku musí být dozorovány tak, aby bylo zajištěno pouze oprávněné užívání. Vyhrazené zóny pro nakládání a skládání jsou často užívány dálejšími servisními vozidly, jako jsou telefonní služby, různé stavební služby a dalším servisním personálem. Obsazení těchto zón pro nakládku a vykládku často trvá podstatně déle než činí skutečná potřeba pro složení lehkého servisního materiálu, která je opravňu-

je užívat tuto plochu. Vozidla servisních služeb by neměla plochy vyhrazené pro nakládku a vykládku zneužívat delším parkováním. Plochy pro nakládku a vykládku by měly být jasně vyznačeny na přilehlém chodníku pomocí dopravního značení vodorovného a svislého. Značení by mělo uvádět povolené hodiny a maximální povolenou dobu stání, která by neměla překračovat 30 minut. Umístění značek v městských ulicích musí splňovat rovnováhu mezi potřebou řídit dopravním značením využívání pruhu podél obrubníku a současně estetické požadavky. Z hlediska potřeby nakládání a skládání zóny určené k nakládce by měly být prosty překážek, jako jsou stromy, větve, značky, sloupy a jiná vybavení.

Doprava nákladů často přivádí řidiče do neznámých oblastí. Jednotnost legislativy a parkovacích pravidel je proto žádoucí, tzn. použití mezinárodních symbolů pro regulaci parkování a regulaci nakládky a vykládky.

Časové omezení doby nakládky a vykládky je často neakceptovatelné pro dodavatele a příjemce, zvláště v centrálních obchodních oblastech obchodníci a restauranty mají zpravidla zcela nedostatečný skladovací prostor. Z ekonomických, bezpečnostních a pojistných důvodů nemohou zůstat otevřeny v nočních hodinách pro do dávkou zboží. Proto musí být zásobovány soustavně podle potřeby, tzn. i během pracovního dne. Proto musí být vytvořena diferenciací mezi rostoucím počtem malých zásilek a expresními zásobovacími vozidly. Ty vyžadují podstatně menší délku prostoru skládání než velká zásobovací vozidla a zpravidla nepotřebují dobu stání delší než 10 – 15 minut. Vymezení zóny pro rychlou vykládku a nakládku v ranním a odpoledním špičkovém období by mělo být zvaženo.

Všechny nové nebo podstatně rekonstruované obchodní a výrobní prostory v centru měst by měly být vybaveny odpovídajícím a řádně vyprojektovaným prostorem pro nakládku a vykládku mimo komunikaci s cílem zcela odstranit nakládající a skládající automobily z komunikace.

Všechny nové nebo podstatně rekonstruované kancelářské budovy s více nájemníky v centrálním obchodním obvodu by měly zahrnovat centrální příjezd a výjezd. Náklady, včetně provozních nákladů, by měly být kryty nájemníky budovy. Účinkem je zlepšená efektivnost rozvožových služeb díky podstatnému omezení pobytu vozidel.

3.2.5.7 Příklady praktických aplikací

Příklad regulace dopravy zboží ve městě

Francie

- ❑ Přijala v roce 1992 předpis, který stanovil omezení provozu nákladních automobilů. Toto omezení se týká i zákazu dopravy nebezpečného zboží během víkendu a dnů před veřejnými svátky a omezení ostatních nákladních vozidel v určitých hodinách těchto dní. Na místní úrovni byla přijata další omezení. V Paříži jsou vymezené doby pro nakládku a vykládku vozidel na komunikacích v závislosti na ploše vozidla:
 - ⇒ Vozidla menší než 12 m² – celý den pouze v povolených úsecích
 - ⇒ Vozidla o ploše 12-16 m² – mimo špičkové hodiny

- ⇒ Vozidla o ploše 16-20 m² – mimo odpoledne
- ⇒ Vozidla o ploše > 20 m² – pouze v noci

USA (Nashville)

- ❑ certifikované rozvážkové služby mohou využívat vyznačená vykládková stání po dobu max. 10 minut
- ❑ servisní vozidla mohou na vykládkových stáních naložit (vyložit) zařízení během 5 minut
- ❑ dodržování těchto pravidel, stejně jako respektování autobusových zastávek, stanovišť taxi a turistických autobusů je důrazně vymáháno

Australie (Perth)

- ❑ v blízkosti centrální pěší nákupní zóny byl vytvořen podzemní terminal zásobovacích vozidel

Příklad regulace dopravy zboží mimo město:

Švýcarsko

- ❑ podpora kombinované dopravy kamionů, návesů nebo kontejnerů po železnici přes Alpy

SRN

- ❑ omezení jízdy vozidel nad 7,5t v neděli
- ❑ omezení jízdy vozidel nad 7,5t o prázdninových víkendech na dálnicích
- ❑ lokální omezení průjezdu kamionů nad vyznačenou mez a nebezpečného nákladu centry měst – vyznačení objížděných tras

4. VYTVOŘENÍ PROGRAMŮ PRO OMEZOVÁNÍ KONGESCE

4.1 VŠEOBECNĚ

Předcházející přehled nabídl širokou škálu opatření na snižování rozsahu kongescí.

Ze zkušenosti je zřejmé, že faktory zvyšující dopravní poptávku rostou rychleji, než se daří uvádět v život opatření omezující kongesci. Ve snaze vytvořit účinné nástroje ke snižování kongescí lze postupovat dvěma způsoby:

- ❑ uplatnit určitý druh opatření v co nejširším měřítku
- ❑ kombinovat několik opatření současně v místě předpokládaného maximálního účinku a možnou účinnost opatření tak akumulovat

Kombinací různých opatření je třeba vytvořit vyvážený program omezování kongescí, soustavně prosazovaný na úrovni státní správy i samospráv měst, okresů a států.

Program omezování kongescí musí být definován jako kombinace opatření, jejichž cílem je snižovat poptávku po jízdách a zvyšovat nabídku dopravních služeb v měřítku regionu nebo obce systematickým způsobem.

4.2 OMEZOVÁNÍ KONGESCE JAKO SOUČÁST DOPRAVNÍ POLITIKY

4.2.1 Úvod

Základním důvodem pro nedostatečně systematické zavádění programů pro omezování kongescí je skutečnost, že kongesce jsou pouze dílčím problémem sektoru dopravy. Obvykle převažuje problematika finančních zdrojů, bezpečnost dopravy, ochrana životního pro-

středí či úspora spotřeby energie. Přitom péče o plynulou dopravu bez nepřiměřených provozních ztrát se projeví i v oblasti ekonomiky, bezpečnosti i životního prostředí.

4.2.2 Bezpečnost silniční dopravy

Přesto, že je bezpečnost provozu deklarovaná jako priorita, péče o ni je nedostatečná a při tom programy zvyšování bezpečnosti a programy omezování kongescí spolu bezprostředně souvisí.

Kromě standardních programů bezpečnosti (omezení rychlosti, povinné užívání bezpečnostních pásů, kontrola jízdy pod vlivem alkoholu, povinné technické prohlídky vozidel, odebírání řidičských průkazů za vážné a opakované přestupky je třeba zdůraznit další metody, mající účinky jak na bezpečnost, tak na vznik a rozsah kongescí:

- ☐ snížení rychlosti na průjezdu zastavěným územím
- ☐ podrobná analýza příčiny každé tragické nehody specialisty se zavedením opatření, eliminujících možnost opakování stejné nehody na stejném místě
- ☐ program „bezpečnější města“ ukládající místním orgánům definovat a realizovat opatření, zvyšující bezpečnost dopravy
- ☐ zavádění rychlostního limitu na komunikacích s opakovaným výskytem kongescí
- ☐ zavedení rychlostního limitu „30 km“ ve vymezených obytných zónách
- ☐ zavedení měnitelného dopravního značení na dálnicích s cílem
 - ⇒ převést vozidla na souběžné trasy nepostižené kongescemi
 - ⇒ snížit rychlost jízdy a poskytnout výstrahu při vzniku kolony, mlhy, náledí, nehody, prací na silnici a podobně.

Tyto programy nejen zvyšují bezpečnost např. omezením řetězových havárií, ale současně omezují vznik kongescí.

4.2.3 Vliv snižování dopravních výkonů vozidel na životní prostředí

Rovněž ochrana životního prostředí je obvyklou součástí dopravní politiky, která podporuje hromadnou dopravu a cyklistiku, v nákladní dopravě železniční, vodní a kombinovanou dopravu.

Požadavky ochrany životního prostředí limitují extenzivní rozvoj výstavby komunikací a omezují je i na dobudování sítě dopravně významných silnic.

Přitom však je nutno:

- ☐ optimalizovat využití provozované sítě pomocí informačního systému, usměrňujícího rozložení proudů po síti
- ☐ podporovat užívání hromadné dopravy
- ☐ modernizovat hromadnou dopravu
- ☐ správným územním plánováním omezovat vznik cest
- ☐ podporou dalších programů snížit počet jízd osobním automobilem

4.2.4 Územní plánování

Kvalitní územní a regulační plány musí vytvářet podmínky pro:

- ☐ hromadnou dopravu
- ☐ kombinované cesty
- ☐ pěší a cyklistickou dopravu
- ☐ limitování počtu parkovacích míst u pracovišť

4.2.5 Perspektivy řešení

Programy cíleného snižování rozsahu kongescí mohou být jak kombinované s dalšími cíli dopravní a ekologické politiky, tak specificky orientované na omezení kongescí. Jedná se o:

- ☐ omezení užívání vozidel pro jízdu do práce
- ☐ omezení jízdy v dopravní špičce
- ☐ omezení jízdy při smogové situaci

Celostátní program omezování kongescí musí uložit správcům komunikací, krajům, okresům a městům vypracování programu pro snížení kongescí s konkrétními kroky. Program omezování kongescí se musí stát závazným a stejně důležitým programem jako program zvyšování bezpečnosti silničního provozu. Přitom může být integrován do celkové dopravní politiky státu. Pro zavádění a prosazování programu omezování kongescí na krajské, okresní a obecní úrovni má stát jediný účinný nástroj – účelově vázané dotace na vytvoření a realizování jednotlivých nástrojů programu.

4.3 ZAVÁDĚNÍ PROGRAMŮ

Postup od izolovaného jednotlivého opatření k ucelenému systému omezování kongescí má celou řadu postupných kroků. Na programu se může podílet více subjektů, které musí mít vymezeny kompetence a způsob koordinace. Nejzávažnější překážkou kromě způsobu financování je absence institucionálního rámce a vymezení přímé zodpovědnosti za zajištění plynulé, bezpečné a bezkongesční dopravy.

Úkol:

- ☐ vymezit právní zodpovědnost územních a odvětvových orgánů za jednotlivé programy omezování kongescí.
- ☐ programově koordinovat aktivity subjektů, schopných pozitivně (nebo i negativně) ovlivnit objem poptávky po dopravě, nebo rozsah a kvalitu dopravní nabídky.

Např. při dopravní nehodě kamionu na dálnici v tranzitní přepravě se na odstranění příčiny kongesce podílí celní správa, policie, provozovatel dálnice, záchranné sbory.

Zodpovědnost za odstraňování kongescí musí vyváženě a objektivně být dělena mezi budování nové infrastruktury, její efektivnější využívání a snižování objemu cest.

Rozdělení fondů v oblasti dopravy

Kromě fondů na investice, provoz a údržbu musí být vytvořeny rozpočtové kapitoly pro jednotlivé programy zvýšení plynulosti dopravy.

Čerpání těchto kapitol může být podmíněno plněním vybraných priorit v oblasti plynulosti a bezpečnosti, např.:

- ☐ dynamicky řízené signalizace

- ☐ malé okružní křižovatky
- ☐ přestupní terminály s parkovišti P+K
- ☐ preference vozidel hromadné dopravy
- ☐ informační systémy s měnitelnými dopravními značkami
- ☐ vyhrazené pruhy pro autobusy a více obsazená vozidla apod.

Účast veřejnosti

Některé z programů omezování kongescí vyžadují k úspěchu participaci veřejnosti před i po zavedení programu. Např. komunikační systémy, vyžadující instalaci informačního zařízení do vozidla, musí přinést řidičům odpovídající výhody, aby se rozhodli pro nákup zařízení.

Krátkodobé programy a d ocilení ry chlého účinku

Přestože cílem je docílit účinek co nejdříve, je nutno preferovat programy, které snižují kongesci dlouhodobě nebo trvale. Motivací zavádění a dlouhodobého fungování programů musí být státní dopravní politika a motivační způsob dotování.⁴

Nedostatečné zhodnocení opatření pro snížení kongescí

Zhodnocení dopravních strategií a účinnosti možných opatření je základní podmínkou úspěšného zavedení nákladných opatření pro omezení kongescí.

Přestože zhodnocení účinnosti opatření před jeho zavedením může být objektivně obtížné pro nedostatek dat, je nutno této fázi věnovat maximální péči a využívat možné prognostické modely a dosažené přínosy stejných opatření v zemích OECD nebo USA.

Je třeba si uvědomit, že:

- ☐ navrhovaná opatření mohou mít i další vyvolané účinky, které nebyly dostatečně poznány a zhodnoceny
- ☐ kvalita dopravní obsluhy má vliv na ekonomické prostředí, některé zóny mohou být ovlivněny přílivem nebo naopak odlivem ekonomických aktivit
- ☐ stav dopravy má vliv na sociální strukturu obyvatelstva, mohou vznikat chudinské nebo naopak residenční čtvrti
- ☐ doprava ovlivňuje životní prostředí v urbanizovaném území
- ☐ doprava může ovlivnit ekonomickou úspěšnost měst a regionů v soutěži integrujících se evropských ekonomik
- ☐ stav dopravního systému může ovlivnit značné množství svobodných subjektů v jejich vlastním přístupu a hodnocení aktivit v území, které se v důsledku promítá do života a organizace společnosti.

Přestože se odpovědné orgány snaží přijímat opatření, které zdánlivě účinně řeší problémy kongescemi ovlivněného území, ve výsledku se často dosahuje velmi pochybných účinků s vyvolanými vedlejšími dů-

sledky. Je nutno předem zevrubně modelovat možné důsledky přijatých strategií. Vzorem takových hodnocení je evropský program DRIVE.

4.4 KLÍČOVÉ PODMÍNKY PRO ÚČINNOST PROGRAMŮ

4.4.1 Význam plánování a rozvinutí programů

Účinné programy omezení kongescí vyžadují pečlivé plánování.

První podmínkou je znalost dopravních vztahů a dopravního chování.

Druhou podmínkou je znalost schopnosti dopravní sítě, která má dopravní poptávku přiměřeně uspokojit. Tato v ČR soustavně podceňovaná podmínka znamená systematické zjišťování podmínek dopravního proudu a příčin jeho rušení.

Třetí podmínkou je soustavná a kvalifikovaná péče správců komunikací o eliminování vlivů, snižujících kapacitu komunikací, které mají prvořadou dopravní funkci (zejména průjezdné úseky silnic obcí).

I když problém kongescí nemůže být zcela vyřešen, existuje pro určitou míru kongescí rovnováha mezi dopravní poptávkou a nabídkou.

Zkušenosti potvrzují, že k odstranění kongescí v určitém koridoru je třeba jak zlepšit kvalitu silničního (dálničního) spojení, tak kapacitu železniční dopravy a kvalitu služeb hromadné dopravy. Nárůstu individuální automobilové dopravy lze úspěšně čelit rozvojem kombinované dopravy, podporou spolujízdy, cyklistické a hromadné dopravy. V kongescemi postiženém urbanizovaném území jsou proudy automobilové dopravy závislé na kvalitě služeb hromadné dopravy. Při podpoře některého druhu hromadné dopravy je však třeba pečlivě analyzovat, zda naopak nepřevzme cestující z jiného druhu hromadné dopravy (**konkurence bus – vlak**).

Přitom je vždy třeba vyváženě zavádět akce nabídkového charakteru (nabídka nových dopravních služeb) s akcemi restriktivního charakteru (omezení příjezdu apod.)

Čtvrtou podmínkou je postupné zavádění a průběžné ověřování důsledků a vedlejších účinků zaváděných programů. Plošné programy je nutno zavádět napřed na malém území a po dobrých výsledcích mohou být plošně rozšiřovány. Tento postup je však u některých programů nevhodný a program musí být zaveden v celém plánovaném území (např. zpoplatnění parkování na příliš malém území vede k vytlačení vozidel do území sousedního).

4.4.2 Finanční a ekonomické faktory

Pro zavedení programů omezování kongescí je nutno předem definovat dostupné finanční zdroje. Rozšíření mýtného a jiných forem zpoplatnění užívání komunikací bude hrát důležitou roli, ale musí se omezit na dosažení přijatelné a sociálně udržitelné rovnováhy:

- ☐ mýtní silnice, mosty a tunely existují již od 19. stol. v USA. Dálniční síť Itálie, Francie a Španělska byla vybudována díky výběru mýtného a je nadále rozšiřována. I další státy plánují řešit ne-

⁴ Úspěšným příkladem jsou následující legislativní akty:

- ☐ Second Transport Structure Plan – Holandsko
- ☐ Intermodal Surface Transportation Efficiency Act (ISTEA) – USA 1991

dostatek prostředků na výstavbu infrastruktury zpoplatněním jejího užívání

- ❑ zpoplatnění kongescí je jistým způsobem realizováno v Norsku – vjezd automobilem do měst v určitou dobu je zpoplatněn (Oslo, Bergen) jako zdroj financí pro výstavbu nové infrastruktury
- ❑ nejsnadnější metodou regulace dopravní potavy je zpoplatnění parkování

Vliv a nezbytnost participace soukromého kapitálu na řešení dopravních problémů bude dále narůstat na celém světě. Soukromé konzultační firmy přinášejí efektivnější řešení a projekty, než administrativa.

Soukromý sektor může významně přispět nejen k výstavbě, ale i k vybavení komunikací, vybavení inteligentním řízením provozu a informačními systémy.

4.4.3 Organizační a institucionální hlediska

Programy omezení kongescí musí spolupůsobit a musí být tedy řádně koordinovány:

- ❑ mezi různými veřejnými institucemi na celostátní, regionální a místní úrovni
- ❑ mezi městským a meziměstským územím
- ❑ mezi organizacemi budujícími dálnice, provozujícími je a řídícími dopravu na nich, včetně operátorů měnitelného dopravního značení a policíí
- ❑ mezi uživateli komunikace, n ákladními i o sobními dopravci, občanskými sdruženími apod.
- ❑ s provozovateli ostatních druhů dopravy

Přitom je zapotřebí programy koordinovat i se zpracovateli územně plánovací dokumentace. Při řízení programů pro omezování kongescí je třeba jasně definovat kompetence a případně určit organizace zodpovědné za realizaci programů a koordinace buď jako nové organizace, nebo sdružení či pracovní skupiny.

4.4.4 Právní a omezující podmínky

Pro cílené a systematické zavádění programů omezování kongescí je zapotřebí přijetí dopravní politiky a návazně příslušné novely zákonů, zahrnující povinnosti jednotlivých orgánů státní správy a samosprávy, umožňující zpoplatnění některých užívání veřejných komunikací, upravující územní plánování, povinnosti zajistit plynulost dopravy a v ybudování o dpovídající d opravní infrastruktury, přiměřené a atraktivní fungování hromadné dopravy a podobně, a to včetně způsobu financování těchto programů.

4.4.5 Vývoj dopravní politiky

Zavádění vyvážených a realistických programů omezování kongescí je velmi závislé na dopravní politice státu a jednotlivých správních celků. Nedostatek schválené a finančně a legislativně podporované dopravní politiky může být vážnou překážkou.

Zavádění programů vyžaduje dlouhodobě politicky stabilní prostředí s podporou zákonů a finančních zdrojů. Je důležité si uvědomit, že tato politika může být úspěšná pouze v dlouhodobém měřítku, při systematickém uplatňování. Při spolupráci se soukromým a obecním financováním je nutné určit, které projekty budou podpořeny z veřejných prostředků.

Dále je důležité v uličním prostoru měst objektivně respektovat nároky:

- ❑ individuální dopravy
- ❑ zásobovací dopravy
- ❑ veřejné dopravy
- ❑ taxislužby
- ❑ cyklistické a pěší dopravy
- ❑ dopravy v klidu.

a zachovat prostor pro veřejnou zeleň, služby a společenský život. V demokratické společnosti o těchto problémech musí být vedena diskuse mezi odborníky, politiky a veřejností, reprezentovanou nikoliv pouze nátlakovými skupinami.

4.4.6 Sociální hlediska

Při zvažování programů musí být zajištěna:

- ❑ akceptovatelnost opatření veřejností
- ❑ permanentní účast veřejnosti v diskusi
- ❑ vyváženost opatření i z hlediska územní rovnováhy, sociálních skupin a obyvatel uvnitř a vně oblasti s určitou formou regulace.

Přitom negativní reakce nutno očekávat od opatření příliš restriktivních a příliš finančně zatěžujících uživatelé.

4.5 PŘÍKLADY ÚSPĚŠNÉ PRAXE

Dále je pouze heslovitě uvedeno 15 úspěšných programů a jejich hlavních opatření:

1 - Integrované d opravní p lánování Z urich program zrychlení dopravního proudu

- ❑ odstranění překážek z jízdních pruhů
- ❑ vytvoření vyhrazených jízdních pruhů
- ❑ maximální prioritizace vozidlům hromadné dopravy
- ❑ monitorování sítě hromadné dopravy, počítačové řízení a automatický sběr dat
- ❑ rozšíření tramvají na zvláštním tělese
- ❑ zapojení hlavního nádraží
- ❑ vytvoření nových spojů a diametrálního spojení
- ❑ zavedení intervalové dopravy
- ❑ tarifní dohoda a integrace soukromých dopravců
- ❑ propojení s regionální dopravní obsluhou
- ❑ zlepšení kvality a pohodlí.

2 – Systém prioritních (červených) tras Londýn

V rámci 1 sektorového programu bylo například zřízeno:

- ❑ 620 nových bezplatných krátkodobých parkovacích míst
- ❑ 1200 nových míst k zastavení
- ❑ 132 úprav křižovatek
- ❑ 4 nová křižení pro cyklistické trasy
- ❑ 17 zvýšení bezpečnosti na přechodech
- ❑ 5,2 km vyhrazených pruhů pro autobusy
- ❑ byla ustavena funkce dopravního ředitele Londýna

Projektové a stavební práce měly v úsporách času uživatelů a nehodovosti návratnost 1/2 roku, roční náklady s dozorem a vynucováním se uhradí v úsporách za 1,5 měsíce. Celkový rozsah tras již dosáhl 500 km.

3 – Koridor Amsterdam – Utrecht

Na základě podrobné analýzy 4 scénářů spojení s výstavbou dodatečných pruhů dálnice a dalších rychlodráhových kolejí nejvyšší efekt přinesla smíšená varianta s rozšířením obou systémů.

4 – Regionální dopravní plán Groningen

Vznikl jako výsledek spolupráce vlády, 2 okresů, 26 obcí, 1 autobusové společnosti městské a 3 regionálních, drah a obchodní komory.

Na základě programu 3 hesel – **nabídka, restrikce a veřejná kampaň** - bylo docíleno příznivých výsledků v:

- ☐ podpoře hromadné dopravy
- ☐ integraci hromadné a cyklistické dopravy
- ☐ organizaci bydlení – práce – nákup – zábava bez potřeby cest
- ☐ vazbě pracovišť na stanice hromadné dopravy
- ☐ omezení dlouhodobých parkovacích míst v centru denní dojížděky
- ☐ tvorbě cyklistických tras a zařízení
- ☐ integraci a preferenci hromadné dopravy
- ☐ podpoře vyšší obsazenosti automobilů
- ☐ důsledné kontrole dodržování parkovací politiky, tarifní politiky
- ☐ vytvoření podmínek pro dlouhodobé parkování ve vazbě na terminály hromadné dopravy
- ☐ vytvoření informačního systému o volných parkovacích místech.

5 – Podpora dopravní politiky zaměstnavatelů

V rozsáhlém projektu byly zkoumány možnosti snížení dojížděky osobními automobily do zaměstnání. Byla přitom uplatněna následující opatření:

- ☐ zlepšení hromadné dopravy
- ☐ stimulování spolujízdy
- ☐ regulace parkování
- ☐ podniková doprava
- ☐ spoje
- ☐ změna cestovních náhrad
- ☐ zařízení pro cyklisty
- ☐ stabilizace zaměstnanců s bydlištěm blízko pracoviště

6 – Městský dopravní generel Francie

Na základě platného zákona musí schválený dopravní generel obsahovat:

- ☐ základní principy dopravní politiky
- ☐ organizaci dopravy
- ☐ organizaci dopravy v klidu
- ☐ přiměřenou podporu chodců, cyklistů a hromadné dopravy.

Dopravní generel musí být doprovázen studií financování investic a provozu jednotlivých systémů a opatření a musí být schválen.

Mezi opatřeními dopravních generelů je:

- ☐ zlepšení provozních podmínek hromadné dopravy
- ☐ restrukturování sítě hromadné dopravy
- ☐ motivační tarifní opatření
- ☐ organizace a řízení provozu
- ☐ výstavba nové infrastruktury

Problémy dopravních generelů přesahují rámec měst a mají aglomerační rozměr. Zatímco pro organizaci hromadné dopravy jsou vytvořeny odborné orgány v aglomeračním měřítku, pro řízení provozu individuální dopravy takové instituce nejsou ustaveny.

7 – Systém hospodaření se silniční sítí (Francie)

Provozní řád komunikací definuje pro různé kategorie silniční sítě požadované provozní podmínky, nezbytnou organizaci a opatření. Provozní řád definuje:

- ☐ zajištění provozuschopnosti komunikace
- ☐ řízení dopravy
- ☐ dopravní asistenci

a to pro 4 úrovně významu komunikací:

- ☐ úroveň 1 – dálnice v urbanizovaném území
- ☐ úroveň 2 – velmi zatížené koridory dálnic a silnic
- ☐ úroveň 3 – středně zatížené páteřní trasy
- ☐ úroveň 4 – zbývající silniční síť

Zajištění provozuschopnosti komunikace sestává z péče o:

- ☐ údržbu a opravy
- ☐ odstraňování závad a překážek
- ☐ udržování podmínek sjízdnosti
- ☐ zajištění provozuschopnosti při provádění oprav a údržby přepravy konvojů a nadrozměrných nákladů
- ☐ řízení zásahů při nehodách.

Řízení dopravy sestává z celé šíře péče o zajištění plynulosti dopravních proudů v místě a čase s vyloučením vzniku kongescí. To sestává z:

- ☐ preventivních opatření proti vzniku kongescí
- ☐ zjišťování kapacity a rizika vzniku kongescí
- ☐ vytváření alternativních tras
- ☐ poskytování informací uživatelům
- ☐ vytváření projektu řízení dopravy
- ☐ průběžného měření podmínek dopravního proudu
- ☐ vytvoření zásahového a řídicího týmu
- ☐ získávání dopravních informací v reálném čase, jejich zpracování
- ☐ propojeného systému řízení jednotlivých tras
- ☐ vytvoření strategie priorit jednotlivých dopravních proudů
- ☐ automatického systému řízení dopravy dynamickou signalizací, měnitelným dopravním značením, koordinací signalizace a nabídkou alternativních tras.

Dopravní asistence zvyšuje komfort, bezpečnost a plynulost jízdy, poskytováním informací o podmínkách dopravního proudu buď dle odhadu vývoje nebo dle aktuálních informací, šířených pomocí informačního rozhlasového vysílání nebo pomocí měnitelných dopravních značek.

8 – Projekt řízení dopravy při přestavbě silniční trasy

Při rekonstrukci zatížených komunikací dochází k závažným dopadům do plynulosti dopravy. Pro zvládnutí dopadů rekonstrukce je třeba provést celý soubor opatření:

- ☐ informační kampaň o dopravních omezeních a alternativních trasách

- ☐ včasné zlepšení objížd'kových tras (značení, rozšíření, zesílení, řízení)
- ☐ zajištění dopravní obsluhy v území postiženém uzávěrkou
- ☐ posílení hromadné dopravy v trasách, kde nelze plně uspokojit dopravu individuální
- ☐ vytvoření přestupních a parkovacích příležitostí k přestupu na hromadnou dopravu
- ☐ vytvoření vyhrazených pruhů pro autobusy a více obsazená vozidla.

9 – Projekt spolupráce veřejného a soukromého sektoru při zajištění dopravní obsluhy

Projekt stanovuje podmínky, za kterých je připuštěn územní rozvoj, vyvolávající potřebu napojení a zvýšenou dopravní poptávku. Developer území je povinen prokázat, že komunikační síť ovlivněná výstavbou nových výrobních, komerčních či jiných zařízení bude fungovat v bezkongesčních podmínkách. Pokud to není průkazné, developer musí zajistit buď snížení počtu jízd nebo zvýšení kapacity komunikací.

Přitom v zónách, kde je kvalitní obsluha hromadnou dopravou, je přípustná vyšší četnost kongescí, než v zónách odkázaných téměř na individuální dopravu.

10 – Programy pro snižování dojížd'ky a omezování kongescí

Územní rozvoj, kvalita ovzduší a kongesce v dopravě musí být provázány společnou dopravní politikou, zaměřenou jak na stranu poptávky, tak na stranu nabídky. Program je zaměřen na 5 cílů:

- ☐ zlepšit dopravní podmínky (kvalitu služeb) na hlavních komunikacích
- ☐ zvýšit kvalitu služeb hromadné dopravy
- ☐ snížit dopravní poptávku v denní dojížd'ce
- ☐ podpořit vyvážený územní rozvoj
- ☐ zvýšit objem prostředků určených na zlepšení dopravní situace.

Zaměstnavatelé jsou nuceni cíleně snižovat počet dojíždějících zaměstnanců různými programy.

11 – Celostátní program snižování kongescí (USA) (CMS - Congestion Management System)

Tento program získal celostátní podporu v podobě zákona o podpoře intermodální dopravy (ISTEA 1991). Systém sestává z:

- ☐ procesu identifikování kongescí, zhodnocení možnosti jejich omezení
- ☐ sběru dat a monitorování
- ☐ opatření k omezování kongescí a vytvoření vhodné politiky opatření
- ☐ podmínky financování ze státního rozpočtu při vytvoření odpovídajícího vyváženého projektu.

Celostátní program usiluje o to, aby vyvážený program na straně nabídky a poptávky byl začleněn do místních projektů, sledován ve svých účincích a výsledky byly hlášeny do Kongresu USA.

12 – Švédský státní výbor pro městskou dopravu

Tento výbor stanovil pro největší města následující cíle:

- ☐ snížit znečištění ovzduší od dopravy
- ☐ snížit rušení hlukem z dopravy

- ☐ snížit rozsah kongescí

Pro dosažení cíle jsou užívány následující nástroje:

- ☐ zásadní přestavba a rozšíření služeb hromadné dopravy
- ☐ výstavba hlavních dopravních tras, kterými jsou řešeny místní závady životního prostředí
- ☐ zavedení mýta pro automobily a poplatky za zhoršování životního prostředí
- ☐ zprísněné emisní předpisy
- ☐ zprísněné daňové předpisy pro soukromé užívání služebních aut
- ☐ omezení provozu těžkých nákladních vozidel v centrech měst
- ☐ zprísnění předpisů na emise hluku z vozidel
- ☐ zvýšení pokut za nesprávné parkování
- ☐ zvýšení důrazu na regionální a městské územní plánování
- ☐ legislativní změny zpoplatnění komunikací, parkovacích poplatků a pokut, daní za znečišťování životního prostředí.

13 – Zpoplatnění špičkového období - Singapore

Zpoplatnění vjezdu do centrální oblasti v ranní 3-hodinové špičce pro vozidla s méně než 4 osobami. Za takovéto jízdy se platí poplatek či předplatné, vyznačené na čelním skle a kontrolované na vybraných křižovatkách.

14 – Podpora užívající jízdního kola k jízdám ve městě – Amsterdam, Kodaň

Použití vlastního kola na cestu do práce nebo do školy může být v průběhu dne přítěží. Speciální městská kola, barevně a konstrukčně odlišená od všech ostatních, se mohou vypůjčit a zase vrátit na různých stanovištích ve městě proti záloze ve formě obdobné jako nákupní košík v supermarketu. Odložené kolo může kdokoli vrátit a vybrat vloženou zálohu. Užívání mimo vymezenou oblast a pravidla se pokutuje.

15 – Zvýhodněné a zjednodušené pronajímání vozidel – Brémy

Běžná rodina potřebuje různé kategorie automobilu (na malý nákup, na rodinnou dovolenou, ke společenské příležitosti nebo prac. aktivitám).

Přitom má rodina většinou jeden univerzální vůz, který většinu dne parkuje v garáži nebo na ulici. Zjednodušená a zvýhodněná forma automatického vypůjčování vozidel různých kategorií pro členy „klubu uživatelů“ vybavených elektronickou identifikační kartou a tvořící přístupový klíč k automobilu, významně omezuje užívání osobního auta k zbytečným jízdám. Současně je spořen parkovací prostor. Výpůjčka je možná na různých stanovištích od několika hodin po několik dnů. Uživatelé si volí velikost vozu dle skutečné potřeby. Inkaso je automatické. Péče o vozidlo a palivo je věcí provozovatele.

5. BUDOUCNOST OMEZOVÁNÍ KONGESCE

5.1 DOPRAVNÍ NÁROKY V BLÍZKÉ BUDOUCNOSTI

Zjednodušeně kongesce je závislá na počtu vozidel projíždějících určitým profilem. Zvyšování rozsahu kongescí tedy závisí na dalším růstu automobilové dopravy. Pokud se zváží faktory, které ovlivňují trvalý nárůst objemu cest a dopravních výkonů, je zřejmý setrvalý trend nárůstu dopravní poptávky po příštích 10 - 20 let. Nárůst vlastnictví osobních automobilů v EU činí nadále cca 4% ročně a dosáhne 600 soukromých osobních aut na 1 tis. obyvatel. To ovšem znamená i vyšší užívání automobilu. Přes stárnutí populace se rozšiřuje užívání automobilu ve skupině důchodců a ve skupině žen. Nejvyšší nárůst intenzit automobilové dopravy lze očekávat na předměstích velkých měst, neboť možnosti center měst jsou u velkoměst vyčerpány. Využívání osobních automobilů je stále více nejvýhodnějším způsobem dopravy. Stejně trendy se nadále projevují v nákladní dopravě. Průměrná dělba přepravní práce v tunokm je 70:30 mezi silnicí a železnicí a vzrůstá ve prospěch silnice. Narůstající výroba a spotřeba v režimu just-in-time vyžaduje efektivní a spolehlivý dopravní systém schopný dodávky na místo spotřeby. V podmínkách EU s nárůstem HDP o 1% narůstá osobní doprava o 1,5% a nákladní o 3%. Přitom ve městech dosahuje užívání automobilů svého limitu v nárocích na parkování, uliční prostor a v produkci emisí a hluku. Omezování dalšího nárůstu emisí vede k nutnosti omezit pohyb automobilů v příliš hustých centrech měst zvýšeným užitím hromadné dopravy.

Cílem budoucí dopravní politiky musí tedy být vyvážen:

- ☐ záruka rozumné úrovně služeb, mobility a dostupnosti
- ☐ zajištění ekonomického růstu a produktivity
- ☐ podpora trvale udržitelného rozvoje
- ☐ zlepšení bezpečnosti dopravy
- ☐ vyváženost nabídky a poptávky u různých druhů dopravy, služeb a zařízení.

To je třeba docílit při prostorových omezeních, ochraně životního prostředí a finančních limitech.

Základním prostředkem k dosažení uvedených cílů musí být:

- ☐ udržení odpovídající mobility zajištěním přijatelné alternativy k osobnímu autu: veřejná doprava, spolujízda, cyklistická a pěší doprava
- ☐ změna cestovního chování (organizace území, založení pracovní doby, omezení dojížděky apod.)
- ☐ zlepšení kvality dopravního proudu (vedení po trase, zlepšení řízení dopravy, odstraňování důsledků nehod).

5.2 POLITIKA UMOŽŇUJÍCÍ BUDOUCÍ ŘEŠENÍ

5.2.1 Rozšiřování infrastruktury

- Rozšiřování infrastruktury sestává z budování
- ☐ nových tras dálnic a rychlostních komunikací
 - ☐ nových komunikací komunikačního systému měst
 - ☐ rozšiřování a rekonstrukce stávajících silnic

- ☐ přeložek a obchvatů měst a obcí
- ☐ odstraňování bodových závad
- ☐ zvyšování kapacity, plynulosti a bezpečnosti provozu na křižovatkách

5.2.2 Ochrana životního prostředí

Východiskem při nárůstu mobility je omezování emisí, náhrada novými palivy, odstranění hluku kvalitnějším povrchem vozovek i měřením hlučnosti vozidel, snížení prašnosti omezením znečištění vozovek a kvalitnější údržbou.

Požadavek redukce emisí CO₂ (carbon dioxide) o 25% do roku 2005 je motivován potřebou snížení skleníkového efektu. Účinnost těchto opatření závisí na uplatnění zákona o ochraně ovzduší a jeho kvalitě.

5.2.3 Ekonomická opatření

Ekonomické nástroje na omezení kongescí jsou

- ☐ investičního charakteru (výstavba a modernizace infrastruktury, inteligentní řízení dopravy)
- ☐ provozní dotace (podpora hromadné dopravy)
- ☐ zpoplatnění užití komunikací s cílem získat prostředky na novou výstavbu
- ☐ zpoplatnění užití komunikací ve vybraných korytech nebo časech s cílem utlumit poptávku
- ☐ zpoplatnění parkování

Budoucnost efektivního a adresného zpoplatnění komunikací leží v automatickém elektronickém výběru mýtného.

5.2.4 Nákladní doprava

Snížení silniční nákladní dopravy může být docíleno podporou kombinované, železniční (nebo lodní) dopravy. Zvýšení atraktivity mimo cenových nástrojů může být dosaženo zvýšením rychlosti přepravy. Je však otázkou, jaké zrychlení železniční dopravy může vyrovnat ztíženou manipulaci a překládku u dopravy od dveří ke dveřím.

Základním programem je podpora kombinované (intermodální) dopravy. Klíčem k nárůstu této dopravy jsou nejen překladiště, ale vývoj logistiky a telematiky a standardizace elektronické výměny dat. Je třeba zajistit zákonnou finanční podporu intermodální dopravě a komunikačně obsloužit nákladková místa - terminály na železnici, vodě a letištích.

5.2.5 Využití území

Územní plánování musí podporovat redukci automobilových cest a jejich délku. Je třeba docílit snížení objemu osobokm a tunokm, např. zkrácením dojížděkové vzdálenosti do zaměstnání, která se zatím stále zvyšuje. K tomu je třeba docílit vyváženého rozmístění bydlení, pracovních příležitostí a rekreačních zařízení. Současný nárůst předměstí a satelitů a přetrvávající idea oddělení zón bydlení a zón obchodu a služeb musí být překonány a musí být podpořena nikoliv denní mobilita (dojížděka), ale mobilita bydlení, tj. získání nájemních bytů a domků.

5.3 NOVÉ TECHNOLOGIE

Účinnost řady opatření je podmíněna nebo zvýrazněna zavedením nových technologií, jmenovitě:

- ☐ zlepšení řízení dopravy

- ☐ navigační systémy
- ☐ rychlá komunikace mezi řidičem a dopravcem
- ☐ dopravní informace v reálném čase
- ☐ lepší vynucování dopravních předpisů.

Jedná se o technologie na poli informatiky, telekomunikací a výroby vozidel.

Soubor technologií vedoucích k vytvoření inteligentních dopravních systémů (ITS) je rozvíjen pod organizační podporou sdružení ITS America, ERTICO (Intelligent Transport Systems Europe), VERTIS (Asia).

Všechny programy věnují maximální pozornost:

- ☐ zvýšení silniční bezpečnosti
- ☐ maximalizaci účinnosti silniční dopravy
- ☐ snížení dopadů na životní prostředí.

Přitom jsou využívány následující nástroje:

- ☐ Řízení poptávky:
 - ⇒ kontrola využití prostoru komunikace
 - ⇒ kontrola příjezdu
 - ⇒ řízení a zpoplatnění parkování
 - ⇒ automatické výběrčí systémy
 - ⇒ multimodální platební systémy (elektronické karty)
- ☐ Dopravní informační systémy:
 - ⇒ sběr, zpracování, prognóza a distribuce aktuálních dopravních informací
 - ⇒ distribuce dopravních informací domů, do vozidla, na pracoviště, na ulici, umožňující rozhodování před i během cesty
- ☐ Integrované řízení dopravy ve městech i mimo města. Integrace dopravních systémů může být posílena zpracováním:
 - ⇒ dopravních proudů mezi zdrojem a cílem
 - ⇒ automatickou detekcí nehod a mimořádných událostí
 - ⇒ monitorováním podmínek počasí, sjízdnosti a dopravního proudu

Tyto údaje zefektivňují funkci:

- ⇒ kolektivních a individuálních navigačních systémů
- ⇒ dopravní a cestovní informace
- ⇒ hospodaření s parkovacími místy
- ⇒ záchranných a zásahových služeb
- ⇒ kontroly životního prostředí
- ⇒ vážení vozidel za pohybu.

Asistence při řízení:

- ☐ Tyto systémy, instalované ve vozidle i mimo něj, asistují řidiči v informacích a orientaci (GPS navigační systémy), komunikaci s jinými účastníky a centrály a vedení vozidla na vozovce v dopravním proudu s eliminací kolize i za nedostatečné viditelnosti.

Řízení vozového parku a oběhu nákladů

- ☐ Informační a telekomunikační techniky včetně logistických zlepšují sledování a oběh vozidel za pomoci GPS technologií.

Řízení hromadné dopravy

- ☐ V této oblasti se jedná o kontrolu oběhu vozidel, aktuální informace o příjezdech vozidel, reagování nabídky na aktuální poptávku, platební systémy, informace o službách poskytované do vozidla, na zastávku, na komunikaci i do do-

mácností, integrace provozu hromadné dopravy do celého systému řízení dopravy.

Tyto rozvojové programy vyžadují společný přístup k uživatelům, výrobcům, výzkumným pracovištím, provozovatelům a zodpovědným orgánům, s potřebným vymezením kompetencí, zodpovědností a způsobu financování.

5.4 POLITIKA TRVALÉ UDRŽITELNÉHO ROZVOJE

Všeobecnou strategií trvalého udržitelného rozvoje, zahrnujícího všechny oblasti společnosti je omezení spotřeby energie a materiálů tak, aby byly maximálně využívány obnovitelné zdroje. Tato strategie musí být postupně prosazována kombinací nabídky a regulace.

- ☐ zákonnou ochranou využívání neobnovitelných zdrojů a podporou užívání obnovitelných zdrojů
- ☐ zpoplatněním některých užití infrastruktury tak, aby byla redukována poptávka a přitom získány prostředky na investice a provoz
- ☐ veřejnou osvětou pro pochopení těchto cílů
- ☐ koordinací veřejného a soukromého sektoru s cílem financovat a provést uvedená opatření.

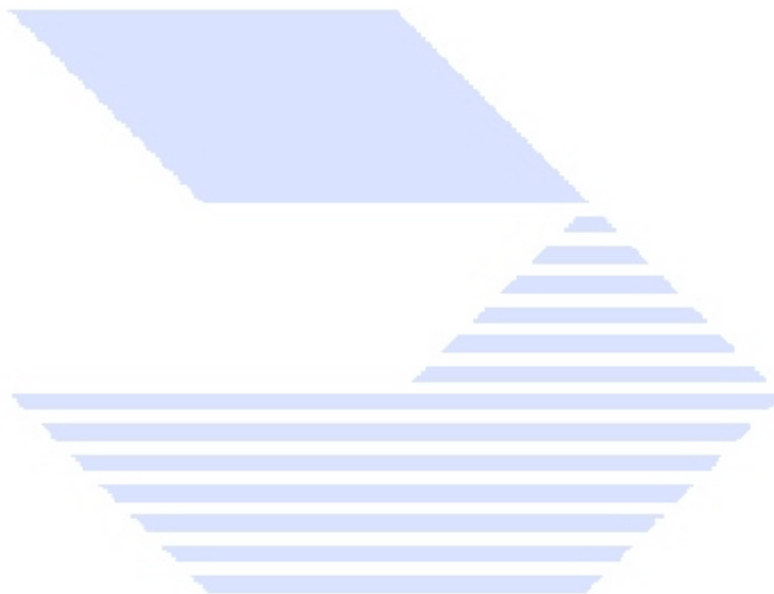
Vzhledem k narůstajícím kongescím, snížení bezpečnosti a problémům s životním prostředím je zřejmé, že poptávku a nabídku v dopravě osob a zboží nutno optimalizovat do přiměřené výše a rovnoměrné kvality v území s vyváženým užitím všech v této kapitole popísaných nástrojů.

6. SHRNUTÍ POLITIKY OMEZOVÁNÍ KONGESCÍ, ZÁVĚRY

Na základě zhodnocení dosavadního vývoje v zemích OECD, Ameriky a Asie jsou shrnuty následující závěry:

- ☐ Silničním kongescím je třeba věnovat soustavnou pozornost, jejich rozsah zjišťovat a omezovat. Přitom je nutno se kromě zásadní rekonstrukce komunikační sítě tak, aby vyhovovala základním standardům zajištění potřebné mobility na krátké, střední a velké vzdálenosti zaměřit na dílčí cíle:
 - ⇒ snížit potřebu konat cestu
 - ⇒ snížit potřebnou délku cesty
 - ⇒ podporovat nemotoristickou dopravu
 - ⇒ podporovat užití hromadné dopravy
 - ⇒ podporovat rozvoj a organizaci spolujízdy
 - ⇒ rozložit špičkové období
 - ⇒ přesměrovat dopravu z oblastí postižených kongescemi
 - ⇒ omezit časové ztráty vznikající v dopravě
- ☐ Často i nenákladná opatření mohou být účinná.
- ☐ Různé metody zpoplatnění mohou ovlivnit rozsah kongescí.
- ☐ Omezování kongescí vyžaduje spolupráci veřejnosti a akceptaci navržených opatření.
- ☐ Pravdivé a aktuální dopravní informace poskytované měnitelnými dopravními značkami jsou základem nástrojem řešení kongescí.
- ☐ Bez koordinace se nedá výskyt kongescí úspěšně omezovat.
- ☐ Úsilí o omezování kongescí musí začít od omezených adresných opatření a narůstat k velkým celoplošným projektům.

- ❑ V technologiích omezení kongescí musí sehrát významnou roli soukromý sektor.
- ❑ Pro zavedení k komplexním programů je třeba vytvořit legislativní podmínky.
- ❑ Nové technologie pomáhají kongesce zvládat.
- ❑ Při jakýchkoliv restrikcích nesmí být zhoršena dostupnost území a cíle.
- ❑ Účinky opatření musí být předem pečlivě zvažovány a modelovány včetně možných vedlejších efektů.
- ❑ Pro účinné řízení kongescí je třeba užívat kvalifikované a zaučené odborníky a neponechat zá-sahy subjektivním a lokálním přístupům.



PŘEDPISY A LITERATURA

1. SOUVISEJÍCÍ ČESKÉ NORMY A PŘEDPISY

- ❑ ČSN 01 0250 Statistické metody v průmyslové praxi (Všeobecné základy) a související české normy aplikované statistiky.
- ❑ ČSN 73 6100 Názvosloví silničních komunikací
- ❑ ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic
- ❑ ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na silničních komunikacích
- ❑ ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací
- ❑ Zákon č. 12/1997 Sb. o bezpečnosti a plynulosti provozu na pozemních komunikacích
- ❑ Zákon č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích
- ❑ Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 104/1997 Sb. kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích
- ❑ Vyhláška Federálního ministerstva vnitra č. 99/1989 Sb. o pravidlech provozu na pozemních komunikacích (pravidla silničního provozu), ve znění pozdějších předpisů

2. SEZNAM LITERATURY

- | | |
|---|---|
| <p>[1] - European transport trends and infrastructural needs - ECMT- Paris, 1995</p> <p>[2] - Příručka silniční kapacity (český překlad HCM 1985), Brno, 1990</p> <p>[3] - HIGHWAY CAPACITY MANUAL, 1994</p> <p>[4] - HIGHWAY CAPACITY MANUAL, 1998 (Updated December 1997)</p> <p>[5] - HALL F. - Störungserkennung auf Autobahnen - Straßenverkehrs-technik Bonn - 38., 2/1994</p> <p>[6] - MAY A. D. -Traffic Flow Fundamentals - PRENTICE HALL, New Jersey, 1990</p> <p>[7] - MAY A. D. -Traffic Management from Theory to Practice.Past, Present and Future, TRB, 1994</p> <p>[8] - BRILON W. - GROSSMANN M.;BLANKE H. - Ein Deutsches Highway Capacity Manual? - Straßenverkehrstechnik Bonn - 38., 5/1994</p> <p>[9] - WIEDEMANN R. -Verkehrswegebau, teil Verkehrstechnik - Skriptum - Universität Karlsruhe</p> <p>[10] - BOVY P.H.L. - Motorway traffic flow analysis, Delft University, 1998</p> <p>[11] - REKTORYS K. a kol. - Přehled užití matematiky - Praha, 1968</p> <p>[12] - JANKO J. - Jak vytváří statistika obrazy světa a života - Praha I/1947; II/1948</p> <p>[13] - HÁJEK J. - Teorie pravděpodobnostního výběru s aplikacemi na výběrová šetření - Praha, 1960</p> <p>[14] - ANDĚL J. - Matematická statistika - SNTL Praha, 1978</p> <p>[15] - JARUŠKOVÁ D. a kol. - Matematická statistika. - Skriptum ČVUT Praha - fakulta stavební, 1989</p> | <p>[16] - ZVÁRA K. - Regresní analýza - Academia Praha, 1989</p> <p>[17] - HERZ R., SCHLICHTER H.G., SIEGENER W. - Angewandte Statistik für Verkehrs- und Regionalplaner - 2. Auflage - Düsseldorf, 1992</p> <p>[18] - SCHLEICHER F. - Taschenbuch für Bauingenieure. - Berlin 1955-2. vyd. Mechanika fester Körper, F.Tölke, český překlad 1960</p> <p>[19] - MEDELSKÁ V. - Teória plynulosti a bezpečnosti cestnej premávky - Bratislava, 1997</p> <p>[20] - TROPIC Trial Phase - Levels of Quality of Service: Experiments reports, Del. No.: D08.2, 10/1998</p> <p>[21] - Silniční konference 1998 - Sborník příspěvků, Agentura VIACO, 1998</p> <p>[22] - Výkonnost (kapacita) silničních komunikací a jiné otázky podle HCM 1965, sborník referátů Silniční společnosti, Praha, 10/1969</p> <p>[23] - Základy silničního a městského dopravního inženýrství, sborník referátů Silniční společnosti, Brno, 03/1970</p> <p>[23] - Modernizace a rozvoj silnic, dálnic a místních komunikací, sborník referátů Silniční společnosti, Ostrava, 11/1970</p> <p>[24] - Základy silničního a městského dopravního inženýrství, sborník referátů Silniční společnosti, Praha, 06/1971</p> <p>[25] - Round Table '85 - Transport and Spatial Distribution of Activities - ECMT - Paris, 1991</p> <p>[26] - Round Table '95 - Transport Infrastructure and Systems for a new Europe - ECMT - Paris, 1994</p> <p>[27] - Transport Growth in Question - ECMT - Paris, 1993</p> <p>[28] - Sustainable Transport in Central and Eastern European Cities - OECD - Paris, 1996</p> <p>[29] - 77th Annual meeting, CD ROM TRB - Washington, 01/1998</p> <p>[30] - PETERSEN R., SCHALLABÖCK K.O. - Spread of Congestion in Europe - Wuppertal, 01/1998</p> <p>[31] - DOBIÁŠ J. - Několik teoretických úvah k výhledové intenzitě dopravního proudu - Silniční obzor č.11-12, r.1992</p> <p>[32] - Knihovna Software PTV system a Telemat TD - SIEMENS - CityPlan Praha, 1998</p> <p>[33] - Technický slovník naučný - SNTL Praha, 1962</p> <p>[34] - JIRAVA P., MEDELSKÁ V., NOP D., ROJAN J. - Dopravné inženýrství - Alfa Bratislava, 1991</p> <p>[35] - Table ronde 109:L'etude de la cogestion en Europe - Paris 12-13 Mar. 1998</p> |
|---|---|

- [36] - BLACKMORE F.C. - Capacity of single-level intersections - TRRL Laboratory Report 356, Crowthorne, 1970
- [37] - BURROW I. J. - The capacity of motorway merges - TRRL Laboratory Report 679, Crowthorne, 1976
- [38] - PHILBRICK M. J. - In search of a new capacity formula for conventional roundabouts - TRRL Laboratory Report 773, Crowthorne, 1977
- [39] - SEMMENS M. C. - PICADY: a computer program to model capacities, queues and delays at major/minor junctions - TRRL Laboratory Report 941, Crowthorne, 1980
- [40] - KIMBER R.M. - The traffic capacity of roundabouts - TRRL Laboratory Report 942, Crowthorne, 1980
- [41] - ORTÚZAR J. de D., WILLUMSEN L.G. - Modelling Transport - 2nd ed., WILEY, Chichester, 3/1995
- [42] - BRILON W. - Traffic Engineering and the new German Highway Capacity Manual - Transportation Research, Pergamon Press, 1994
- [43] - HALL R.W. - Non-recurrent congestion: How big is the problem? Are traveler information systems the solution? - Transportation Research, Pergamon Press, 1993
- [44] - LEONARD D.R. - The meaning of the term „congestion“ for urban areas - TRRL Laboratory Report, 1992
- [45] - LEONARD D.R. - Congestion in urban areas caused by incidents - TRRL Laboratory Report, 1995
- [46] - SCEMAMA G. - CLAIRE: An independent, AI-based supervision for congestion management - TRAFFIC ENGINEERING + CONTROL, 11/1995
- [47] - EMMERSON P., GORDON A., WHITE C. - Assignment-based techniques for modelling traffic growth in congested areas - TRAFFIC ENGINEERING + CONTROL, 10/1995
- [48] - HUNT J., YOUSIF S. - Modelling lane utilisation on British dual-carriageway roads: effects on lane-changing - TRAFFIC ENGINEERING + CONTROL, 12/1995
- [49] - SE-IL MUN - Traffic jams and the congestion toll - Transportation Research, Pergamon Press, 1994
- [50] - KOPPELMAN F. S., BHAT C. R., SCHOFFER J. L. - Market research evaluation of actions to reduce suburban traffic congestion: Commuter travel behaviour and response to demand reduction actions - Transportation Research, Pergamon Press, 1993
- [51] - GILLIAM C., RICHARDS M., LARKINSON J. - The London Congestion Charging Research

Programme TRAFFIC ENGINEERING + CONTROL, 2/1996

- [52] - SPARKS G. A., NEUDORF R.D., ROBINSON J. B. L., GOOD D. - Effect of Vehicle Length on Passing Operations - Journal of Transportation Engineering, Vol. 119, No. 2, 1993
- [53] - CASSIDY M. J., HAN L. D. - Proposed Model for Predicting Motorist Delays at Two-lane Highway Works Zones - Journal of Transportation Engineering, Vol. 119, No. 1, 1993
- [54] - MYNORS P., ROSE T. - Servicing areas for shopping centres - TRAFFIC ENGINEERING + CONTROL, 1/1996

3. OSTATNÍ PRÁCE

- [55] - DOBIÁŠ J., LANDA J. - Rozklad problému „Základní soubor hodinových intenzit ve vztahu ke kapacitě“, CityPlan, příl. 2. dílčí zpráva, 10/1996
- [56] - DOBIÁŠ J., LANDA J. - Rozbor automatického sčítání „Dálnice D1“ v roce 1995, CityPlan, příl. 5. dílčí zpráva, 12/1997
- [57] - DOBIÁŠ J., LANDA J. - Rozbor záznamu mobilní snímací a vyhodnocovací stanicí „Telemat TD – SIEMENS“ v úseku st. sil. č. I/8 - Lovosice, CityPlan, příl. 5. dílčí zpráva, 12/1997
- [58] - DOBIÁŠ J., LANDA J. - Měření zařízením „Telemat TD – SIEMENS“ na křižovatce Těšnovský tunel × Klimentůvská ul., CityPlan, příl. 6. dílčí zpráva, 06/1998
- [59] - DOBIÁŠ J., LANDA J. - Praktická aplikace kamery „Telemat TD“ na dopravní sčítání křižovek v Děčíně, CityPlan, příl. 6. dílčí zpráva, 06/1998
- [60] - DOBIÁŠ J., LANDA J. - Rozbor záznamu mobilní snímací a vyhodnocovací stanicí „Telemat TD – SIEMENS“ v úseku dálnice D1 - OPATOV, CityPlan, samostatná zpráva, 11/1998
- [61] - DOBIÁŠ J., LANDA J. - Rozbor výběrových šetření pro jiné úkoly na silniční síti v Pardubicích, Hradci Králové, D1-km 153, archiv CityPlan, 1997

MODELOVACÍ TECHNIKY

1. MODELOVÁNÍ DOPRAVNÍ POPTÁVKY

Zjištění objemu poptávky po dopravě není pouze předmětem teoretické analýzy, ale má velký praktický význam. Dopravní plánování je o d z ákladu s pojeno s nezbytností vytvoření a udržení vyváženého vztahu mezi poptávkou a nabídkou dopravní infrastruktury a dopravních služeb. Vztah mezi poptávkou po dopravě a nabídkou je často napjatý vzhledem k neschopnosti vynaložit včas a v potřebné míře investice do rozvoje dopravní infrastruktury a institucionální neschopnosti řešit komplex problémů, spojených s rozšířením a obnovou dopravních sítí. Silný rozpor mezi nárůstem dopravy a investicemi do infrastruktury vedou k vzniku úzkých hrdel v dopravních systémech řady zemí a regionů. Následující vysvětlení je věnováno dopravní poptávce v osobní dopravě. Hlavním tématem je pochopit typické závislosti dopravního chování obyvatel, strukturovaných do typických skupin po dobného dopravního chování. Dopravní poptávku je možné analyzovat výhradně na modelech. Problém modelování dopravní poptávky osob lze charakterizovat následovně:

- ☐ standardní čtyřstupňový dopravní model spojený s velkými dopravními studii
- ☐ mikroekonomický přístup volby dopravního prostředku s důrazem na poznání zásad chování jednotlivce
- ☐ přístup orientovaný na aktivitu, založený na poznání dopravního vzoru denních nebo vícedenních aktivit, odvozený z poznání životního stylu homogenních skupin obyvatelstva.

1.1 ČTYŘSTUPŇOVÝ PŘÍSTUP K TVORBĚ DOPRAVNÍ POPTÁVKY

Tento agregátní přístup je zaměřen na zóny (definované geografické území s určitým současným či výhledovým osídlením a využitím) jako zdroje a cíle dopravy. Studie dopravní poptávky vycházejí ze vztahu, tvořeného následujícími závislostmi:

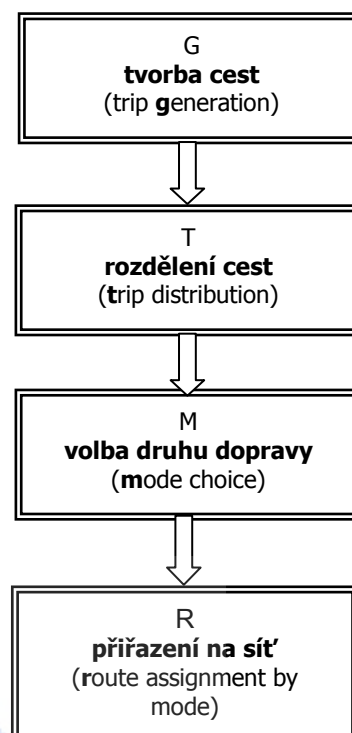
$$T(k,i,j,m,r) = G_i^k \times T_{ij}^k \times M_{ij}^{km} \times R_{ij}^{kmr}, \text{ kde:}$$

- ☐ počet cest **T** konaných osobami typu **k** mezi zónami **i** a **j** druhem dopravy **m** po trase **r** vytváří charakteristický znak (atribut) dopravního systému.
- ☐ G_i^k je celkový počet cest uskutečněných osobami typu **k** vznikajících v zóně **i**
- ☐ T_{ij}^k je podíl odpovídající atraktivitě zóny **j**
- ☐ M_{ij}^{km} stanovuje podíl T_{ij}^k přiřazený k určitému druhu dopravy (osobní auta, autobusy, železnice)
- ☐ R_{ij}^{kmr} je odpovídající přidělení na trasu.

Čtyři výše uvedené veličiny odpovídají čtyřem stupňům dopravní prognózy:

Takto vzniklá prognóza dopravních proudů na spojnících mezi zdroji a cíli je závislá na znalosti:

- ☐ využití území
- ☐ vlastnictví automobilů



- ☐ ekonomických podmínek
- ☐ rozmístění obyvatelstva a jeho skupin
- ☐ dopravních podmínek.

Základními vstupy jsou demografické a dopravní údaje, známé pro území velikosti zadaného zonálního členění. Demografické údaje vhodné pro optimální tvorbu matice cest:

- ☐ počet obyvatel
- ☐ demografická struktura (ekonomicky aktivní, neaktivní, děti, žáci a studenti)
- ☐ počet pracovních, nákupních, sportovních, zábavních a jiných příležitostí
- ☐ počet míst v jednotlivých typech škol

Dopravní údaje vhodné pro tvorbu matic cest se dělí na hodnoty odpovídající zóně, hodnoty územní a z toho vycházející hodnoty maticové. Hodnoty odpovídající zóně:

- ☐ stupeň automobilizace

Hodnoty územní:

- ☐ kvalita komunikační sítě individuální dopravy
- ☐ kvalita hromadné dopravy

Hodnoty maticové:

- ☐ matice vzdáleností mezi jednotlivými zónami různými dopravními prostředky
- ☐ matice časových vzdáleností mezi jednotlivými zónami různými dopravními prostředky
- ☐ matice cenových relací pro cesty mezi jednotlivými zónami různými dopravními prostředky

1.1.1 Tvorba cest (určení objemu dopravy)

Tvorba cest je prvním submodelem čtyřstupňového modelu. Modely tvorby cest se pokouší kvantifikovat současný nebo budoucí celkový počet cest **G** určitého druhu (na př. z domova do práce) vznikajících v zóně **i** během určitého časového úseku (špičkové hodiny,

sedlové hodiny, celý den) a založené na potenciálu zóny. Jsou užívány dva druhy metodiky:

- lineární regrese
- analýza kategorií (předpoklad, že rodina stejných charakteristik produkuje stejný počet cest)

Modely tvorby cest mohou být kritizovány:

- z hlediska schopnosti reagovat na zlepšení dopravy (skrytá poptávka) Skrytá poptávka může být definována jako cesty, které před zlepšením sítě nejsou realizovány.
- z hlediska schopnosti zohlednit vztahy mezi systémy dopravy a využitím území.

1.1.2 Rozdělení cest (určení mezioblastních vztahů)

Modely rozdělení cest vyhledávají zdroje a cíle cest, vytvořených modelem tvorby cest. To znamená, že model rozdělení cest určuje, jak mnoho cest **T** skutečných osobami typu **k** a majícími zdroj v zóně **i** bude mít cíl v zóně **j**. Byla navržena řada distribučních modelů, včetně klasických gravitačních modelů, modelů příležitosti a modelů entropických. Ačkoliv se modely značně liší, všechny obsahují 3 základní prvky: počet cest vznikajících v zóně **i**, míru atraktivity cílové zóny **j** a hodnocení vlivu vzdálenosti zón (vzdálenost, generalizované náklady, t.j. způsob jak kombinovat finanční náklady, cenu času a další možné náklady na straně cestujících).

Klasický gravitační model vychází ze známé gravitační funkce, závislé na objemu zdrojových a cílových jízd a matici odporů, která může být tvořena z matice vzdáleností nebo časů.

$$F_{ij} = k \cdot Q_i \cdot Z_j \cdot f(w_{ij})$$

kde: F_{ij} je počet cest ze zóny **i** do zóny **j**

funkce odporu

$$f(w_{ij}) = a \cdot w_{ij}^b \cdot e^{(-c \cdot w_{ij})}$$

a, b, c jsou parametry citlivosti na změny vzdálenosti, času, ceny...

normovací funkce $k = \frac{1}{\sum_{j=1}^n Z_j \cdot f(w_{ij})}$, která

může vycházet rovněž ze $\sum_{i=1}^n Q_i$

- a w_{ij} = hodnota odporu mezi **i** a **j** (vzdálenost, čas, cena ...)
 Q_i = zdrojová doprava ze zóny **i**
 Z_j = cílová doprava do zóny **j**
 n = počet zón

1.1.3 Dělbá přepravní práce

Rozdělení dopravy z hlediska volby druhu se zaměřuje na stanovení počtu cest z každého zdroje do každého cíle, který použije určitý druh dopravy. Cílem modelu dělby přepravní práce je určení počtu cest M_{ij}^{km} učiněných osobami typu **k** ze zóny **i** do zóny **j**

druhem dopravy **m** z celkového počtu cest **T** osob skupiny **k** mezi zónami **i** a **j**. Dělbá práce je na větší vzdálenosti chápána obvykle na dvě kategorie - osobní automobily a veřejnou hromadnou dopravu. Některé skupiny cestujících jsou předem v této dělbě diskvalifikovány. Jsou to ty které si nemohou pořídit auto nebo nemohou ho řídit a musí užít hromadnou dopravu. Proto prvním krokem tohoto modelu je stanovit skupinu obyvatel zóny, která je odkázaná na hromadnou dopravu a hromadné dopravě ji přiřadit.

Pro stanovení počtu cest **M** druhem dopravy **m** skupiny obyvatel **k** mezi zónami **i** a **j** existují dva základní druhy modelu:

- model dělby cest (modal split)
- model volby druhu dopravy (mode choice),

z nichž první znamená agregaci a druhý disagregaci. Jádrem disagregovaného přístupu k volbě druhu dopravy je Logit funkce, která je současně akceptovanou praxí. Logit funkce ve tvaru polynomu vyjadřuje rozhodovací proces mezi jednotlivými druhy dopravy pro každou mezizonální cestu podle dostupnosti, rychlosti, vhodnosti a ceny použití možných dopravních prostředků (zpravidla pěšky, na kole, MHD, vlak, autobus, spolujízda, auto, letadlo podle velikosti a podrobnosti řešeného území a vzdálenosti mezi zónami) Model dělby přepravní práce je důležitý pro investice do hromadné nebo individuální dopravy nebo jejich organizační podporu.

1.1.4 Přidělení mezioblastních vztahů (cest, jízd) na síť

Posledním stupněm obvyklého čtyřstupňového modelu je přiřazení cesty na stávající (nebo výhledovou) síť. Podstata přiřazení je založena na teorii, že každá cesta hledá svou "nejlepší" trasu, přičemž nejlepším rozumíme nejrychlejší nebo nákladově nejúspornější. To předpokládá, že cestující jsou obeznámeni s nabídkou dopravní sítě natolik, že mohou volit nejlepší trasu. Tento předpoklad platí pro cesty do práce a za nákupem (denní, rutinní cesty), ale neplatí již zcela pro cesty na dovolenou, rekreační.

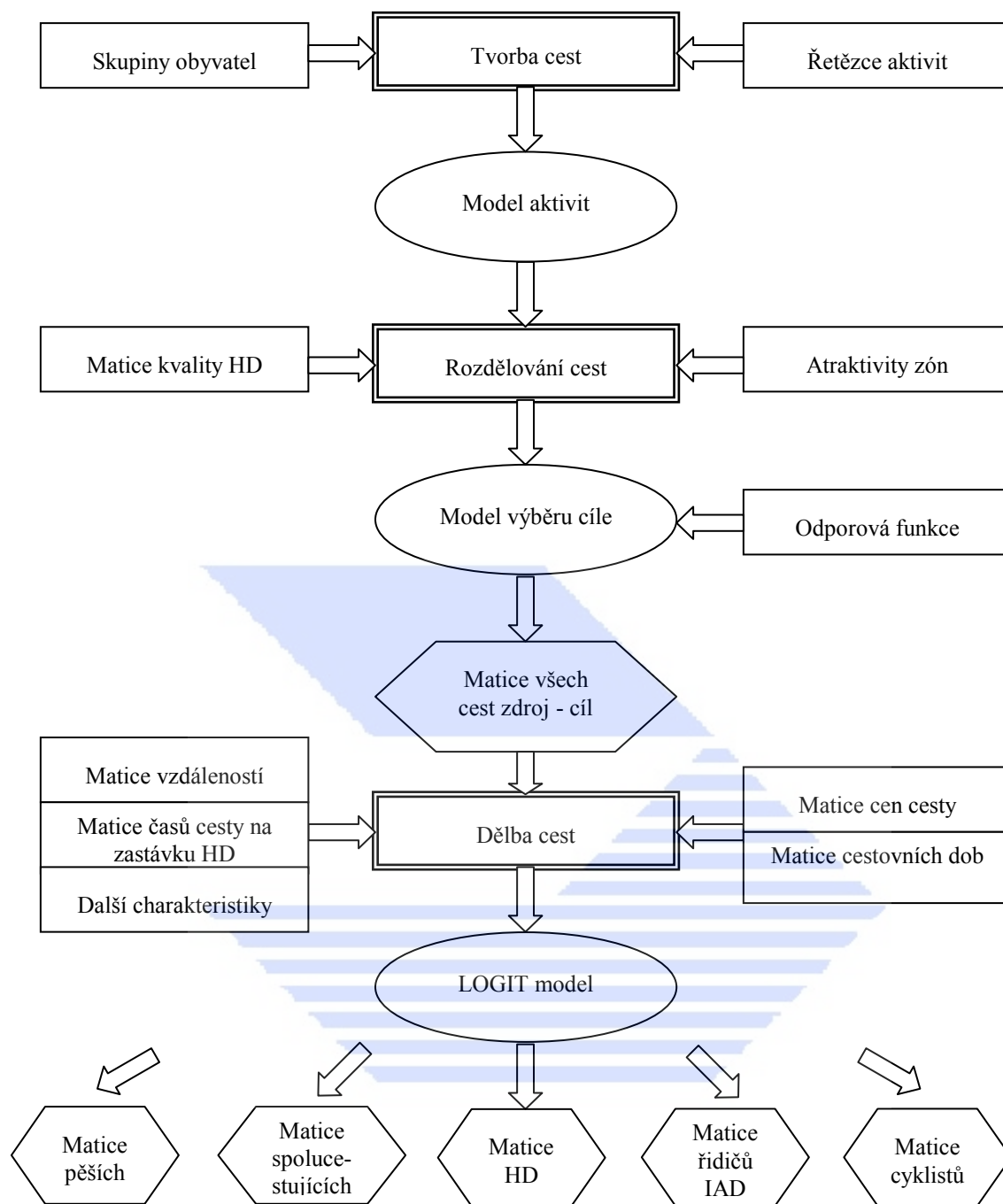
Modely přiřazení na síť mohou pracovat na principu "všechno nebo nic", "více tras přiřazení" anebo "odpověď závislé" modely. Obsahují zpravidla dva principy: stromový proces vyhledávající nejlepší trasu pro každý mezizonální vztah a proceduru pro přiřazení objemu mezizonální dopravy na trasu.

1.1.5 Zhodnocení přístupu

Není pochyb, že modely dopravní poptávky, ať již agregovanou nebo disagregovanou metodou, musí být založeny na velmi dobře vystiženém simulování rozhodovacího procesu (volby) vzniku, časování a směřování cesty a volby dopravního prostředku, podle skutečného (nebo výhledově očekávaného) chování cestujících.

1.1.6 Schéma postupu

Konkrétním možným postupem tvorby, rozdělováním a dělbou cest prochází počítačový program VISEM:



Poznámka:

HD – hromadná doprava

IAD – individuální automobilová doprava

1.2 MIKROEKONOMICKÝ PŘÍSTUP K VOLBĚ CESTY

Disagregovaný přístup zachází s jednotlivci nebo s domácnostmi raději než se zónami jako jednotkami pro pozorování a analýzu. Pro zaměření pozornosti na jednotlivce nebo rodinu místo zóny jsou tři hlavní důvody:

- ❑ panuje shoda, že jednotka činící rozhodnutí je správnou úrovní pro tvorbu teorie volby cesty
- ❑ zvyšuje se požadavek na citlivost hodnocení a přesnost analýzy
- ❑ větší kvalita statistických dat a lepší zpracovatelnost dat vede k detailnějšímu zpracování

Proces rozhodování o cestě

Potřeba cestovat vzniká na úrovni individua a proto jsou volby na této úrovni důležité. Volba cesty je v principu závislá na dvou okruzích:

- ❑ jednatel s jeho osobní potřebou cesty, cestovní zkušeností, preferencí, ovlivněnou sociálními podmínkami jako vlastnictvím auta, postavením domácnosti, věkem a hodnotovými měřítky
- ❑ fyzikální prostředí včetně zastavěnosti území, dopravní infrastruktury, ovlivňujícími možnosti a charakter cesty.

Chování cestujících je rovněž ovlivněno mírou jeho znalostí o možnostech cesty a trasy a možnostmi získat informace.

Je nutno ovšem konstatovat, že rozhodovací proces je značně ovlivněn individualitou jednotlivce, která nemůže být zařazena do jednoduchých vzorů. Rozhodovací proces je ovšem značně ovlivněn dostupností a druhem nabídky.

2. TYPY A ROZDĚLENÍ SIMULAČNÍCH MODELŮ

Simulační modely lze rovněž rozdělit na:

- ☐ modely tvorby cest
- ☐ modely rozdělení cest
- ☐ modely dělby cest
- ☐ zjednodušené modely dopravní poptávky

2.1 MODEL Tvorby cest

- ☐ model vycházející z růstových faktorů
- ☐ regresní analýza
 - ⇒ model lineární regrese
 - ⇒ regrese založená na zónách
 - ⇒ regrese založená na domácnostech
 - ⇒ nelinearity
- ☐ analýza kategorií
 - ⇒ klasický model
 - ⇒ přístup založený na kategoriích obyvatel

2.2 MODEL ROZDĚLENÍ cest

- ☐ model vycházející z růstových faktorů
 - ⇒ jednotný růstový faktor
 - ⇒ jednodoporové metody růstových faktorů
 - ⇒ multiodporové metody růstových faktorů
- ☐ syntetické nebo gravitační modely
 - ⇒ model gravitačního rozdělení
 - ⇒ jedno- a multiodporové metody
- ☐ entropické přístupy

2.3 MODEL DĚLBY cest

- ☐ vycházející z cíle cesty
- ☐ vycházející z křížení cest
- ☐ syntetické modely
 - ⇒ modely rozdělení a dělby cest
 - ⇒ multimodální dělba
- ☐ modely přímé poptávky

2.4 ZJEDNODUŠENÉ MODEL DOPRAVNÍ POPTÁVKY

- ☐ model přírůstkové poptávky
 - ⇒ analýza přírůstkové elasticity
 - ⇒ modelování jádra
- ☐ odhady z dopravních sčítání
 - ⇒ odhad výběru cesty
 - ⇒ odhad dopravního modelu ze sčítání
 - ⇒ odhad matice cest a dělby
- ☐ marginální a koridorové modely
 - ⇒ koridorový model
 - ⇒ model marginální poptávky

3. POUŽÍVANÉ MODELOVACÍ PROGRAMY

V České republice je používáno několik programových nástrojů na tvorbu dopravní poptávky a zatěžování sítě komunikací.

3.1 AUTO

autor Ing. Miroslav Fuchs z Ústavu dopravního inženýrství Praha

Soubor programů se používá pro dopravně inženýrské výpočty v oblasti prognózy dopravy a zatěžování sítě pozemních komunikací automobilovou dopravou. Síť jsou popsány uzlovým referenčním systémem založeným na číslování uzlů. Úseky jsou v tomto systému zadány dvojicí čísel uzlů, které úsek omezují. Jednotlivé uzly reprezentují obce nebo křižovatky. Charakteristikami jednotlivých úseků je jejich délka a průměrná rychlost vozidel. Zatěžování sítě probíhá na základě algoritmu výpočtu optimálních tras mezi zdroji a cíli. Tento algoritmus vyhledává několik tras pro realizaci přemístění vozidel. Při výpočtu používá algoritmus tyto tři koeficienty:

- ☐ koeficient maximální přípustné délky druhých tras
- ☐ koeficient maximální přípustné délky objížděk
- ☐ koeficient rozdělení vztahů mezi trasy

3.2 PTV VISION

PTV System GmbH, Německo

V Německu je VISEM/VISUM nejvíce rozšířeným systémem pro dopravní plánování. Tento software zahrnuje zkušenosti více než 300 uživatelů. Počet zahraničních uživatelů neustále narůstá. V ČR jej užívá město Praha (ÚRM, ÚDI), a je užíván pro MDS, ŘSD a řadu měst a okresů. Celý soubor je předmětem nepřetržité kontroly a vývoje prováděného týmem nejzkušenějších dopravních projektantů a softwarových inženýrů. Objektově orientovaný interface pod Windows nebo OSF/MOTIF dovoluje snadný přístup do všech částí systému. Vzhledem k vestavěnému editoru sítě, databázovým funkcím a funkcím GIS nejsou speciální počítačové znalosti nezbytné. Úpravy silniční sítě se provádějí s pomocí grafického editoru sítě, který je navržen tak, aby umožňoval integrovaný přístup ke správě všech dopravních dat.

Matice zdroj - cíl

Jako doplněk k programu VISUM je nabízen model pro prognózu dopravy založený na řetězcích aktivit. Tento model se nazývá VISEM. Model řetězce cest je založen na vzorech aktivit homogenně se chovajících skupin obyvatel. K odhadu dělby cest je používán LOGIT model. VISEM umožňuje stanovení matic pro všechny v úvahu přicházející dopravní systémy včetně autobusů, železnice, řidičů aut, spolucestujících, cyklistů i pěších. Dopravní nároky mohou být vyčísleny pro jakoukoliv část oblasti, účel cesty, druh dopravy a časový úsek. Návazně mohou být zařazeny do řetězců cest i obchodní cesty (dodávky, návštěvy klientů) v závislosti na dostupnosti příslušných dat.

Manipulace s maticemi

S maticemi může být manipulováno v ASCII nebo binárním souboru a mohou být konvertovány do jakéhokoliv jiného formátu podle speciálních analytických požadavků. Výkonný programový modul pro práci s maticemi MUULI je schopen uspokojit všechny požadavky dopravního plánování a nároky na manipulaci s maticí. VISUM obsahuje proceduru k modifikaci matice na základě výsledků sčítání v jednotlivých úsecích a výsledná úprava je zobrazována graficky.

Model sítě

Struktura individuální a hromadné dopravní sítě může být modelována s velkou mírou přesnosti. V rámci modelu individuální dopravní sítě mohou být vloženy a editovány všechny parametry sítě (např. zóny, úseky, zdržení při odbočení atd.) na základě individuálního nebo typového zadání. Úpravy sítě mohou být snadno graficky prováděny přidáním nebo úpravou prvků sítě. Standardní parametry spojnic (délka, rychlost a kapacita) mohou být doplněny uživatelem určenými parametry jako náklad, počet jízdních pruhů, priorit. Síť může být položena na mapách ve formátu DXF.

Parametr rychlosti na jednotlivých úsecích by měl být kalibrován na základě skutečně zjištěných dosažitelných rychlostí - např. Plovoucím vozidlem - prototyp CityPlan v rámci výzkumného úkolu MDS ČR - PD 104 120 702 Zvyšování užité hodnoty pozemních komunikací.

Síť hromadné dopravy

Model sítě veřejné hromadné dopravy může obsahovat až 10 různých dopravních systémů (např. autobus, tramvaj, metro). Zastávky a přestupní stanice mohou být modelovány s velkou přesností, včetně například zadání pěší cesty v rámci přestupní vazby. Linka veřejné dopravy je definována sledem zastávek podél trasy. Každá linka je přiřazena k určitému dopravnímu systému a může jí být přiřazen také dopravce. Interval linky může být zadán konstantními intervaly nebo úplným jízdním řádem. Síť individuální a hromadné dopravy mohou být modelovány v jedné integrované síti s možností změny dopravního prostředku.

Proces přidělování dopravy na síť

Proces programu VISUM využívá nejnovějších metod a zároveň reflektuje poslední dopravně - inženýrské zkušenosti. Multimodální zatížení na integrovaných sítích individuální a hromadné dopravy s různými dopravními prostředky (automobil, kolo, vlak, tramvaj, autobus, atd.) se stalo možným přístupem. Výběr trasy individuální dopravy může být proveden optimalizací přímých cest nebo iteračním nalezením rovnováhy mezi zatížením a odporem daným vyčerpáním kapacity. Kritéria pro výběr trasy (jízdní doba, vzdálenost, cena) jsou určována uživatelem. Na síť může být přidělen libovolný počet matic a výsledné úsekové a odbočovací dopravní objemy se překrývají. Přidělení cestujících ve veřejné dopravě na síť zahrnuje proces výběru několika cest, který zohledňuje přesné jízdní řády každé linky a výběr možných cest vzhledem ke všech druhům dopravních prostředků. Tento proces vyústí v reálné rozložení cestujících na síť a je schopen přesně modelovat zatížení mezi srovnávanými linkami.

Analýza zatížené sítě

VISUM obsahuje jedinečný prostředek, který vnitřně ukládá části přidělovacího procesu, aby bylo po výpočtu možné provádět rychlou a obsáhlou analýzu tohoto přidělení na síť. Například je možné okamžitě zobrazit tranzitní dopravu určitými oblastmi, nebo složení, zdroj a cíl dopravy přidělené na určitý úsek nebo sled úseků.

Databázové prostředky

Ve VISUM jsou použity prostředky jak databázové, tak GIS. Hledání prvku sítě (tj. zóny, spojnice, uzlu,

zastávky) s určitými parametry se stává jednoduchým úkolem i v rozsáhlých sítích. Proces filtrování dovoluje zaměřit se pouze na prvky s určitými hodnotami (překročení kapacity, odbočovací vztahy, zastávky). Ve VISUMu je zahrnut interface do jakéhokoliv databázového formátu, pokud nelze analýzu zatížené sítě provádět přímo ve VISUMu.

Analýza dopadu na životní prostředí

Hluk a znečišťující emise mohou být vypočteny a zobrazeny na síti na základě výsledků přidělení dopravy na síť. V programu jsou předdefinovány německé a švýcarské směrnice, které obsahují různé třídy automobilů (s katalyzátorem, bez, dieselové) a různé řídicí cykly. Další emisní normy mohou být vloženy podle požadavků v závislosti na dostupnosti příslušných dat.

Optimalizace hromadné dopravy

K dispozici je dodatečný algoritmus určený k optimalizaci hromadné dopravy. Pomáhá dopravcům během zlepšování tras a jízdních řádů linek s ohledem na potřeby cestujících.

Analýza hromadné dopravy

I když může být hromadná doprava modelována ve velkém detailu, rovněž mohou být počítány rozsáhlé provozní statistiky, včetně kilometrů na vozidlo, ceny na vozidlo a počtu nezbytných vozidel.

3.3 DALŠÍ PROGRAMY

K dalším nejznámějším programům používaným ve světě patří:

1) TRIP – MVA Systematica, United Kingdom

Tvorba a editace sítě, tvorba křižovek a křižovatek pohybu, tvorba cest, kapacitně omezené zatížení, analýza vybraných úseků, analýza matice vybraného území, hledání cest.

2) EMME/2 – INRO Consultants Inc., Kanada

Systém pro městské a regionální dopravní plánování, zahrnující tvorbu databází, grafický editor, zatěžování dopravních sítí, modelování dopravní optavy, výpočty matic cest, makra, export a import dat, multimodální řešení, kalibraci a hodnocení.

3) QUESTOR – DHV, Nizozemí

Multimodální dopravní model s grafickým editorem obsahuje modul na tvorbu cest a jejich rozdělování a dělbu, rozdílné zatěžování sítí individuální a hromadné dopravy, kompletní jízdní řády a kalibraci.

4) TEDI – TSS, Španělsko

Grafický editor dopravních sítí. Hlavní funkce je snadná tvorba dopravních modelů a jejich kompatibilita s dalšími programy – AIMSUN₂ a EMME/2.

a další např. CONTRAM/5 (TRRL, MVA Systematica), QRS II (AAJH Associates), MicroTRIMS (W.W. Mann), TrafikPlan (Transearch, Inc), TransPro (Transware Systems).

VÝBĚROVÝ PLÁN

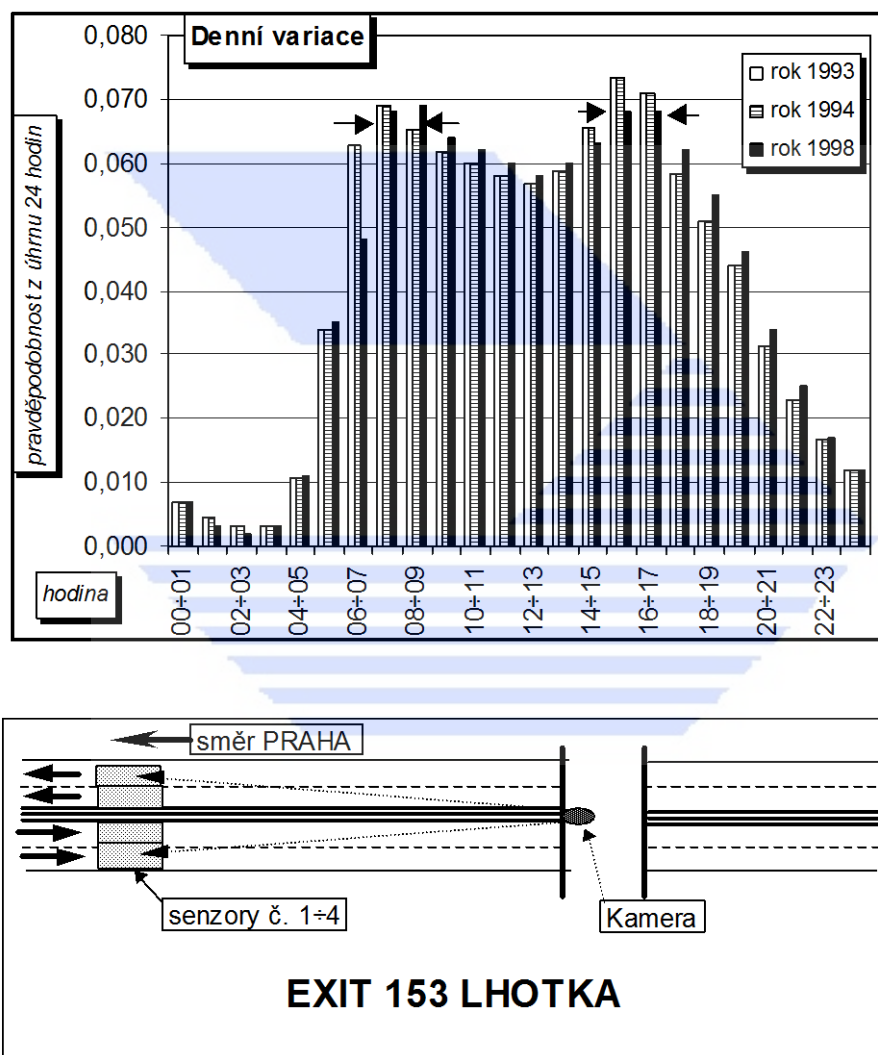
1. ÚČEL MĚŘENÍ

a) Výběrové šetření bude organizováno podle následujícího výběrového plánu snímáním a vyhodnocovacím zařízením Telemat TD od firmy Siemens.

b) Výběrovým šetřením budou zjišťovány tyto charakteristiky: nezávislá rychlost V [km/h], nezávislá hustota K [voz/km], závislá přepočtená intenzita Q [voz/hod], obsazenost O [%], s kladba v ozidel j ako poměr (ostatní (nákladní)vozidla/všechna vozidla) [%], odvozené charakteristiky vzdálenosti vozidel L_m [m] a časový odstup vozidel L_s [s].

2. VÝBĚR MÍSTA PRO MĚŘENÍ

Na základě požadavku zadavatele bylo vybráno místo na 153 kilometru dálnice D1. Snímací zařízení bude umístěno na mostě, který je součástí mimoúrovňové křižovatky. Tak bude zajištěn dostatečný nadhled pro snímání. Příjezd na kameru bude ve směru do Brna, odjezd od kamery ve směru do Prahy. Do každého pruhu bude umístěn vždy jeden sensor (2 senzory směr Brno, 2 senzory směr Praha). Celá situace je dobře patrná z Obr. 1.



Obr. 1 Umístění snímacího zařízení v km 153 na nadjezdu přes D1. V histogramu vyznačeny dvouhodinové dopolední a odpolední časové úseky měření.

3. VLASTNÍ MĚŘENÍ

a) Měření v terénu bude provedeno ve středu a ve čtvrtek vždy po dvou hodinách dopoledne a odpoledne. Pro výběr vhodného intervalu měření bude použit histogram podle Obr. 1. Z něj vychází odhad průměrné intenzity 650 voz/hod/pruh.

b) Statistické zpracování. Výstupem zařízení Telemat TD jsou dva soubory formátu „xls“ pro tabulkový editor MS-Excel, a to soubor „Každé vozidlo“ a soubor „Časové intervaly s $T=1$ min.“ (pozn.: Výstup je zaokrouhlen na celá čísla). Ve výstupních souborech je automaticky rozlišena jednotka (interval, pořadí vozidel) a značka (rychlost, hustota, obsazenost, druh vozidla).

Soubor „Každé vozidlo“ je nutné rozložit na čtyři podsoubory podle jednotlivých senzorů a odvodit v nich párované poměry (V/L_m), k teré m usí bý t do loženy popisnou statistikou, grafem distribuční funkce a polygonem pro každý směr.

Soubor „Časové intervaly“ je nutné rozložit podle čtyř senzorů (čtyři pruhy/ dva směry) a odvodit parametry sledovaných statistik:

- ❑ při $T = 1$ min. na podsouborech pro každý pruh zvlášť (2x4 podsoubory),
- ❑ při $T = 5$ min. klouzavé průměry pro každý pruh zvlášť (2x4 podsoubory),
- ❑ při $T = 15$ min. klouzavé průměry pro každý pruh zvlášť (2x4 podsoubory).

4. PODMÍNKY

Podmínky měření se zapisují do protokolu o měření - Obr. 2.

Pro zajištění měření je potřeba dvou pracovníků na měření se zařízením Telemat TD , kteří potřebují ale-

spoň dva dny na přípravu a dva dny na vlastní měření. Dále je potřeba dvou pracovníků ke statistickému vyhodnocení.

5. PROTOKOL O MĚŘENÍ

Měření se uzavře závěrečnou zprávou obsahující parametry třířezimového modelu min. dopravy a spoju ČR a protokolem s výsledky měření, které se odevzdají do dvou měsíců od měření.

Poznámka:

Tento příklad výběrového plánu je sestaven pro jednoduché podmínky výběrového šetření. Z popisu je zřejmé, že každý, i nepatrně odchylný, zadavatelský záměr bude znamenat jiný výběrový plán. Dále se bude náročnost zvyšovat s rostoucím počtem lokalit měření, či s větším rozsahem základních jednotek. Ještě náročnější bude zpracování zadavatelských záměrů pro korekce norem nebo návrhových podmínek, především z důvodu vyšší náročnosti testovacích postupů spolehlivosti odhadů.



Protokol o měření dopravního proudu č. ze dne:

Den v týdnu:	Začátek měření:	Konec měření:
Snímací zařízení:		Číslo kazety:
Schéma situace:		

Popis měřeného místa:

Silnice číslo:		<input type="checkbox"/> Extravilán	<input type="checkbox"/> Intravilán
Spádové poměry:		Rozhled. poměry:	
Krajnice:	Cyklisté:	Chodci:	MHD:
Max. povol. rychlost:	Předjíždění:	Počet jíz. pruhů:	
Stavební stav:		Blízkost křižovatky:	
Křižovatka: <input type="checkbox"/> řízená <input type="checkbox"/> přednost <input type="checkbox"/> vedlejší <input type="checkbox"/> mimoúrovňová <input type="checkbox"/> okružní			

Vstupní data:

Šířka mezi směrovými sloupky:	Šířka mezi vodicími proužky:
Měřené délky:	Délka časového intervalu:

Podmínky měření:

Příjezd ke kameře:	Odjezd od kamery:	
Výška kamery:	Chvění kamery:	
Počasí:	Vítr:	Stíny:
Vliv aktivit obyvatelstva: <input type="checkbox"/> pracovního dne <input type="checkbox"/> víkendové		

Měření zpracoval:.....

Poznámky:

Obr. 2 Protokol o měření dopravního proudu

PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ

1. ÚVOD

Kapacitní odhady jsou založeny na přímých empirických metodách – **zjišťování**. Normální a simulační modely vyžadují nezbytnou podmínku - návaznost na zjištěné - změřené parametry.

V následujícím přehledu jsou v návaznosti na předchozí kapitoly uvedeny typické příklady přístrojů, vhodných na zjišťování charakteristik dopravního proudu ve vybraném profilu v členění:

- ☐ zjišťování odstupů
- ☐ zjišťování intenzit
- ☐ zjišťování intenzit a rychlostí
- ☐ zjišťování intenzit hustot a rychlostí

Samostatnou tematikou je měření indexu kongesce plovoucím vozidlem.

Zmíněny jsou technologie, presentované na světových veletrzích.

Zdůrazněny jsou technologie, pořízené za podpory úkolů výzkumu a vývoje Ministerstvo dopravy a spojů ČR, tj.:

- ☐ kapitola 2.2. - 2 Elektronický ruční systém pro sběr dat v profilu nebo křižovatkových pohybu, JAMAR
- ☐ kapitola 2.5. - 10 Mobilní zařízení pro sledování dopravního proudu, TELEMAT TD
- ☐ kapitola 2.6. - Plovoucí vozidlo vybavené GPS

2. PŘEHLED ZAŘÍZENÍ

2.1 RUČNÍ ZÁZNAM

Dostupný postup do záznamu do formulářů s následným manuálním zpracováním dat statistik – omezené množství údajů, časový průběh s využitím stopek, používá se hromadně pro zjištění intenzit včetně klasifikace vozidel s členěním na požadované časové intervaly (zpravidla čtvrt hodiny)

2.2 RUČNÍ ZÁZNAMOVÉ PŘÍSTROJE

Tlačítkem vytvořené impulsy se ukládají v čase - časová přesnost záznamu odpovídá reakční spolehlivosti obsluhy. Nabízí se následující:

2.2.1 hc8 elektronický ruční systém pro sběr dat

Dodává: Schuh & Co Systematik, Goethestr 17, D – 82110 Germering

Ruční výměnná klávesnice umožňuje profilové sčítání včetně klasifikace typů, nebo záznam odbočení, nebo záznam SZ, nebo délku zdržení. Celkem 25 - 45 kláves.

Dodává se v sadě 5 nebo 12 záznamníků 32 nebo 65 KB, s nosičem pro dobíjení a transfer dat a software pro zpracování dat.

Přednosti: sada lehkých přenosných přístrojů, umožňujících obsadit více profilů současně.

2.2.2 Elektronický ruční systém pro sběr dat v profilu nebo křižovatkových pohybu

Dodává: JAMAR Technologies, Inc., Traffic Counting EQUIPMENT, 150 Keith Valley Road, Horsham, PA 19044, U.S.A.

Typy:

- ☐ TDC 8
- ☐ DB 400
- ☐ DB 100

Lze použít pro:

- ☐ záznam odbočovacích pohybů (TDC 8, DB 400, DB 100)
- ☐ klasifikace vozidel (TDC 8, DB 400)
- ☐ záznam mezer (TDC 8)
- ☐ stupeň saturace (TDC 8)
- ☐ zdržení u stop značky (TDC 8)
- ☐ cestovní čas (TDC 8)
- ☐ avšak každé měření zvlášť.

Základní sada pořízená v rámci řešení tohoto úkolu společností CityPlan s.r.o. **TDC 8 + PETRA** sestává z:

- ☐ přenosného hardwaru pro záznam křižovatkových pohybů v čase zn. TDC – 8 s možností sledovat:
 - ⇒ odbočení vozidel (křižovatkové pohyby)
 - ⇒ manuální klasifikace vozidel
 - ⇒ měření mezer
 - ⇒ zdržení vozidel při nezbytném zastavení
 - ⇒ zdržení vozidel při povinném zastavení
 - ⇒ stupně saturace
 - ⇒ okamžité rychlosti
 - ⇒ cestovní doby



Přístroj obsahuje 4 x 4 programovatelné klávesy a další 4 ovládací.

Data v paměti 128K jsou ukládána v reálném čase a pomocí propojovacího kabelu transferována do počítače.

- ❑ analytického softwaru PETRA, který zpracovává zaznamenané údaje a vyhodnocuje zaznamenané výsledky každého ze sedmi typů průzkumů ukládaných do TDC – 8
- ⇒ vyhodnocení až 48 různých pohybů v křižovatce
- ⇒ vyhodnocení studií klasifikace vozidel v libovolném členění
- ⇒ vyhodnocení mezer v dopravním proudu ve 2 pruzech (směrech)
- ⇒ vyhodnocení zdržení vozidel před řízenými křižovatkami
- ⇒ vyhodnocení zdržení vozidel před značkou STOP
- ⇒ vyhodnocení odstupů, časového odstupu, saturace, zdržení na různých typech vstupů
- ⇒ vyhodnocení rychlosti a klasifikace vozidel v dopravním proudu.

Software generuje automaticky zprávy a grafy jednotlivých průzkumů v:

- ❑ souboru vstupních dat
- ❑ sumarizaci za 15 min
- ❑ sumarizaci po hodinách
- ❑ špičkové hodině
- ❑ celkovém nasčítaném objemu
- ❑ grafickém zobrazení.
- ❑ příslušenství (napáječe, propojovacích kabelů, uživatelského manuálu k hardwaru, uživatelského manuálu softwaru PETRA)

Přednosti: ruční lehké přenosné přístroje, napájené tužkovými bateriemi, umožňují zpracovat širokou škálu krátkodobých měření, vyžadují přítomnost obsluhy, nevyžadují instalaci. Softwarové příslušenství na analýzu dat.

Vyhodnocení křižovatkových pohybů

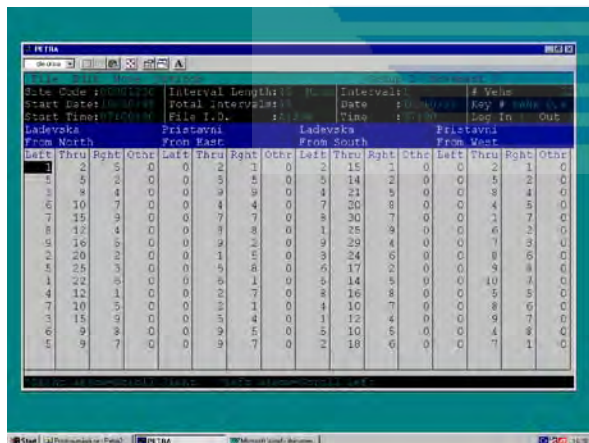
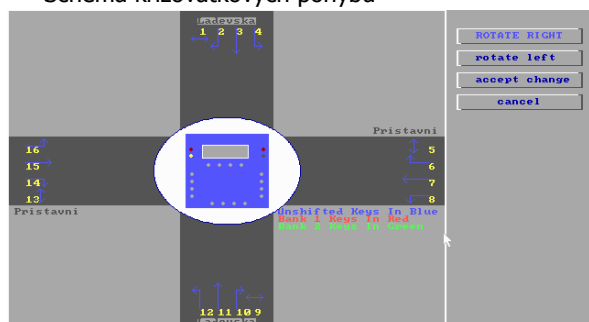


Schéma křižovatkových pohybů



2.3 AUTOMATICKÝ ZÁZNAM DAT SNÍMANÝCH PŘEJEZDEM HADICE

2.3.1 Nu-metrics

Dodává: Nu-metrics, University Drive, B OX 5 18, Uniontown, PA 15401, U.S.A.

Modely: NC5, NC10, NC20 **zaznamenávají v čase přejezd náprav.** Vyžaduje upevnění hadice přes jízdní pruh. Pracuje na 2 tužkové baterie až 90 dní.

Základní sada CM 100 zahrnuje:

4 ks NC5, 2 x bezpečnostní sada, hadice, přípevnovač

Sada CM 120 zahrnuje:

6 x NC10, 3 x bezpečnostní sada, hadice, přípevnovač + software na zpracování dat

Sada CM 130 zahrnuje:

- software na zpracování dat

2.3.2 LACROIX

Dodává: LACROIX TECHNOLOGIE, Z.I. 1 Avenue, Anaheim, CA 92803-4921, USA

Firma nabízí přenosné zařízení:

- ❑ 2-kanálový přenosný sčítač eviduje rychlost intenzitu, klasifikuje
- ❑ 4-kanálový přenosný sčítač eviduje rychlost, intenzitu, mezeru, klasifikaci

Vyžaduje instalaci hadic nebo piezodetektorů. Dodává se včetně softwaru Melodie, ARPEGES.

2.3.3 Peek Traffic

Dodává: DATA – LOOP Ltd., B eare G reen Co urt, Dourking, Surrey RH5 4SL, England

Firma DATA – LOOP nabízí kompletizovanou sadu zařízení Peek Traffic sestávající z:

- ❑ klasifikátoru ADR – 2000 (jednodušší typ ADR 1000) pro 4 hadice (8 smyček) včetně příslušenství
- ❑ sběrače dat včetně paměti a softwaru a příslušenství
- ❑ nabíječe, náhradní baterie a dalšího drobného příslušenství
- ❑ provoz 8 týdnů
- ❑ intervaly 1 min – 24 hod

Peek Traffic dodává i jednodušší zařízení typu Streeter Amet 241, JR 161, JR 163, JR 164.

2.3.4 Golden River

Marksman 400:

- ❑ odolná h liníková skříň obsahuje sčítač, baterie, vývody pro 2 hadice a vývod pro sběr dat
- ❑ umožňuje až 2,5 měsíční provoz
- ❑ 5 možností instalace jedné nebo 2 hadic přes 1 nebo 2 pruhy
- ❑ umožňuje zjistit 13 skupin vozidel ve 12 skupinách rychlosti
- ❑ umožňuje vyhodnotit intenzitu, směr, rychlost, odstup, mezeru, klasifikaci, počet přejezdů náprav

2.4 ZÁZNAM DAT POMOCÍ MAGNETICKÉ DETEKCE VOZIDEL

Dodává: Nu-metrics, University Drive, B OX 5 18, Uniontown, PA 15401, U.S.A.

Destičky na povrchu – dočasná instalace

Modely:

- ☐ NC 30X (počet přejezdů, relativní rychlost, procento těžkých vozidel)
- ☐ NC 40 (počet přejezdů, relativní rychlost, procento těžkých vozidel)
- ☐ NC 47 (počet přejezdů, 30 dní bez dobíjení, až 1000 intervalů)
- ☐ NC 90A (klasifikace vozidel, odstupy)
- ☐ NC 97 (počet přejezdů obousměrně, 600 intervalů, baterie na 21 dní, rychlost, klasifikace, obsazenost, teplota a podmínky povrchu - suchý, vlhký)

se po dobu sčítání připevňují do osy jízdního pruhu v aluminiovém pouzdře, chráněné nastřeleným plastovým krytem nebo ochranou asfaltovou lepící páskou. Sada HS 135 obsahuje 4 klasifikátory, 1 laptop včetně softwaru, sadu na připevňování a odstraňování, ochranný kryt. Zapuštěné válce – trvalá instalace.

Do vývr tu ve vozovce zapuštěné válce GROUNDHOG se dodávají v následujících provedeních:

Groundhog G1 - Ø 115 mm, kl. 190 mm

- ☐ měří: intenzitu, obsazenost, teplotu vozovky
- ☐ životnost baterie: 5 let
- ☐ přenos dat: bezdrátový
- ☐ intervaly hlášení: 1 – 120 min.

Groundhog G2 - Ø 172 mm, kl. 190 mm

- ☐ měří: intenzitu, klasifikaci, rychlost, obsazenost, teplotu vozovky, na vyžádání vlhká/suchá vozovka, stav chem. ošetření povrchu, ostatní viz. G1

Groundhog G-2 WX

- ☐ stejně jako G2, doplněné o povětrnostní data a chemickou analýzu

Dodává se bohaté příslušenství.

2.5 ZÁZNAM POMOCÍ INDUKČNÍCH SMYČEK

2.5.1 Marksman 660

Dodává: GOLDEN RIVER TRAFFIC Ltd., Churchill Road, Bicester, Oxfordshire, OX6 7XT, United Kingdom

Model: Marksman 660

- ☐ skříňkový klasifikátor umožňující napojení 18 konfigurací senzorů
- ☐ zjišťuje: intenzitu, rychlost, délku, klasifikaci, odstup, mezeru
- ☐ paměť: od 64 k po 1 Mb
- ☐ záznam – intervalový nebo jednotlivých vozidel, 28 zaznamenaných intervalů od 1 do 1440 min. 3 špičkové intervaly 1 – 60 min.
- ☐ maximální počet pruhů: 5 pruhů po 2 smyčkách

Zařízení Marksman 660 včetně softwaru.

2.5.2 Peek Traffic

Dodává: Peek Traffic Beare Green Court, Dourking, Surrey RH5 4SL, England

Zařízení: ADR – 2000 může monitorovat až 24 vstupů pomocí kombinace smyček, piezzo a hadicových vstupů.

ADR – 3000 monitoruje počty vozidel v pruzích, rychlost, délku, mezeru, odstup. Pomocí periférií může sčítat až 64 pruhů nebo klasifikovat až 32 pruhů. Zařízení se hodí pro permanentní instalaci v rámci traffic managementu.

2.5.3 Využití stávajících zabudovaných indukčních smyček

Kromě dvojic indukčních smyček zabudovaných v dálničních vozovkách za účelem zjišťování intenzity, denních variací, klasifikace, rychlosti a odstupu vozidel lze s výhodou použít i indukčních smyček dynamicky ovládané dopravní signalizace a záznamů v řadiči signalizace. Tyto smyčky však umožňují zjišťovat pouze intenzitu a variace dopravy, případně obsazenost.

Je třeba pečlivě eliminovat nesprávná hlášení smyček, tj. přejezd více smyček současně, záměrnou obsazenost smyček atp. a využívat údaje smyček pouze se znalostí jejich skutečného rozmístění.

2.6 ZÁZNAM POMOCÍ VIDEOKAMERY, NÁSLEDNÉ VYHODNOCENÍ ZÁZNAMU

2.6.1 Video Track

Dodává: Peek Traffik Beare Green Court, Dourking, Surrey RH5 4SL, England

Zařízení: Video Trak 900 sestává z vyhodnocování jednotky (kamera není v ceně), která vyhodnocuje:

- ☐ dopravní intenzitu
- ☐ % obsazenosti
- ☐ průměrnou rychlost
- ☐ hustotu vozidel
- ☐ odstupy
- ☐ průměrnou délku vozidel
- ☐ zdržení

Zařízení je základně konfigurováno pro permanentní zpracování dat z více videokamer. Umožňuje zpracovat až 12 videovstupů a 256 detekčních zón. Lze je však použít i pro zpracování zaznamenaného obrazu.

2.6.2 Rockwell

Dodává: Rockwell, BOX. 4921, 031-AF09, 3370 Miraloma Avenue, Anaheim, CA 92803-4921, U.S.A.

Zařízení: sestává ze speciální kamery TrafficCam spolu s vyhodnocovacím zařízením TC-170, které může zpracovat signál až do 6 kamer. Zahrnuje software: napájení 12V. Kamera je schopna rozlišit až 8 detekčních zón a identifikovat přítomnost vozidla. Vhodné místo detekčních smyček k dopravní signalizaci.

2.6.3 Autosense

Dodává: SCHWARTZ ELECTRO – OPTICS, INC., 3404 N. Orange Blossom Trail, Orlando, Florida 32804, U.S.A.

Nabízí: zařízení Autosense, aktivní infračervený laserový detektor.

Zařízení: Autosense I vyhodnocuje obrys vozidla, z něhož provádí klasifikaci, sčítání vozidel a průměrnou rychlost.

Autosense II vyhodnocuje trojrozměrný obraz vozidla. Zařízení je spíše vhodné pro permanentní instalaci.

2.6.4 OMRON

OMRON Corporation 201 GADERA, Shimokaiinji, Nagaokaky-city, Kyoto 617 Japan

Nabízí: Trojrozměrné měření obrysu vozidla pomocí pulzního scanovacího laseru.

Zařízení umožňuje automatickou klasifikaci vozidla v 1 jízdním pruhu. Hodí se spíše pro výběr mytného.

2.6.5 IN – SIGHT

Dodává: IN – SIGHT, 201 Evans Lane St. Louis, MO USA 63121 – 1126

Firma nabízí speciální videokameru obsahující přímo záznamové a vyhodnocovací zařízení. Kamera zpracovává údaje z max. 5 pruhů, záznam lze reprodukovat, obsahuje video image procesor, vyhodnocující intenzitu dopravy, rychlost, klasifikaci a kalkuluje odstup, obsazení a cestovní čas. Data jsou ukládána, sledované zóny se definují pomocí počítače. Dodávka obsahuje kameru, spojovací kabel a software, nezahrnuje napájení.

2.6.6 TOC

Dodává: Traffic Vision Nestor Inc., Intelligent Sensors Division, One Richmond Square, Providence RI, 02906 USA.

Nabízí TOC stanici, která zpracovává obrazový záznam videokamery a to:

- ☐ provedení Lite:
 - ⇒ detekci vozidel
 - ⇒ stopa vozidel
 - ⇒ sčítání vozidel
 - ⇒ směrové pohyby
 - ⇒ zastavení
- ☐ provedení Basic:
 - ⇒ dtto a navíc:
 - ⇒ délka fronty
 - ⇒ odstup vozidel
 - ⇒ přejíždění z pruhu do pruhu
- ☐ provedení Plus:
 - ⇒ dtto a navíc:
 - ⇒ klasifikace vozidel
 - ⇒ cestovní čas
 - ⇒ detekce chodců a cyklistů
 - ⇒ aplikace pro hromadnou dopravu

Vyžaduje spolupráci s videokamerou, výkonným PC a napájení. Zahrnuje pouze zařízení a software.

2.6.7 AUTOSCOPE

Dodává: Econolite Control Products, Inc., 3360 E. La Palma Anaheim, California 92806-2856, USA nebo Bredar a.g., výrobce Image Sensing Systems, Minnesota.

Zařízení AUTOSCOPE (videodetekční systém) v provedeních:

- ☐ 2004
- ☐ 2004 LE – pro křižovatky
- ☐ 2004 ID – pro detekci incidentů

Software 4.03

Image sensor – videokamera s vysokou rozlišovací schopností při špatných světelných podmínkách, 220. Zařízení AUTOSCOPE sestává z kamery, vyhodnocovací jednotky a softwaru. Zařízení vyžaduje dále: zdroje energie a výkonné PC. 1 kamera dostačuje k vyhodnocování až 6 pruhů. Software zpracovává a graficky vyhodnocuje:

- ☐ dopravní intenzity
- ☐ klasifikace vozidel
- ☐ obsazenost
- ☐ detekci stojících vozidel
- ☐ rychlost
- ☐ délku fronty
- ☐ automatická detekce incidentů
- ☐ podpora pro proměnné doprav. značení
- ☐ kontrola ramp.

2 verze pro křižovatky umožňuje:

- ☐ detekci vozidel pro dopravní signalizaci
- ☐ detekci délky kolon
- ☐ odbočování vozidel
- ☐ detekci stojícího vozidla
- ☐ detekci událostí
- ☐ měření intenzit a rychlosti.

2.6.8 Mobilizer

Firma CMS Of America. Inc., 2412 East First Street, Long Beach, CA 90803, USA

Dodává zařízení Mobilizer VME video detection module, který vyhodnocuje záznamy videokamer (1 až 4).

Zařízení se dodává ve 2 provedeních:

- ☐ Křižovatka:
 - ⇒ zjišťuje intenzitu dopravy (do 2000 voz/hod)
 - ⇒ rychlost (do 80 mil)
 - ⇒ délku fronty (do 18 vozidel)
 - ⇒ obsazenost fronty
 - ⇒ klasifikaci
 - ⇒ chodce, cyklisty
- ☐ Volná trasa (Freeway):
 - ⇒ intenzita (do 2500 voz/pruh)
 - ⇒ rychlost (do 90 mil)
 - ⇒ hustota
 - ⇒ poptávky na rampě (poptávka, průjezd, fronta)
 - ⇒ klasifikace vozidel
 - ⇒ cestovní čas
 - ⇒ změny pruhů a další.

2.6.9 Traficon

Traficon, Bissegemsestraat 45, B-8501, Heule Kortrijk, tel.: +32 56 3722200, fax: +32 56 372196.

Technologie pro sběr a zpracování dopravních dat na základě videokamery s automatickou detekcí incidentů. Předmětem detekce a záznamu je:

- ☐ intenzita a hustota (počet vozidel/kategorie/pruh)
- ☐ obsazenost
- ☐ rychlost (průměrná rychlost/kategorie/pruh v km/hod)
- ☐ mezery a odstupy (průměrná časová mezera vozidel pro kategorii/pruh v 1/10 sec, průměrný rozestup v m)
- ☐ klasifikace vozidel podle délky (průměrná délka vozidel/pruh v m)

- ☐ hustota (průměrná obsazenost pro pruh v %, hustota voz/km)
- ☐ vznik kolon a zastavení
- ☐ přesné měření pomalých rychlostí
- ☐ opačný směr jízdy.

Zařízení je vhodné pro trvalou instalaci řízení dopravy v profilech, mostech a tunelech, dálnicích a křižovatkách.

Lze ho využít pro mobilní a krátkodobé dopravní analýzy.

Zařízení sestává z kamery a Video Image Processorů, které mají specifické funkce.

- ☐ VIP 2 – Detektor dopravních dat
- ☐ VIP 3 – Detektor přítomnosti vozidla
- ☐ VIP 4 – Monitor dat jednotlivých vozidel
- ☐ VIP 7 – Zapisovač dopravních dat
- ☐ VIP 9 – Videoemulátor smyčky
- ☐ VIP 21 – Tunelový detektor zastaveného vozidla
- ☐ VIP 22 – Monitor rychlosti dopravy
- ☐ VIP 41 – Venkovní detektor zastaveného vozidla
- ☐ VIP 42 – Zapisovač pohybů na křižovatce

Ve videoobrazu je možno definovat až 32 detekčních linek.

2.6.10 Mobilní zařízení pro sledování dopravního proudu „TELEMAT TD“

- prototyp CityPlan

V rámci úkolu pro Ministerstvo dopravy a spojů ČR bylo pořízeno mobilní zařízení pro sledování dopravního proudu, k němuž se skládá z vyhodnocovacího zařízení TELEMAT TD, průmyslové kamery, videorekordéru, počítače, monitoru a přívěsu s výsuvným stožárem do výšky 10 m, upraveného pro komplexní sledování dopravního proudu. Zařízení je schopno snímat 4 jízdní pruhy a v každém pruhu zaznamenávat počet vozidel, klasifikaci, rychlost, odstup, hustotu, špatný směr jízdy, tvoření pomalé kolony, zastavení dopravního proudu.

Zařízení registruje pro každý jízdní pruh základní hodnoty ve volitelném časovém intervalu:

- ☐ počet přejezdů
- ☐ klasifikaci
- ☐ rychlost
- ☐ odstup
- ☐ obsazenost

Popis mobilního zařízení

Mobilní pracoviště vzniklo vzájemnou diskusí mezi odborníky z pracovníků CityPlanu a konstruktéry firmy SIEMENS. Základem je vlastní vyhodnocovací stanice TELEMAT TD, oficiálně „Videosenzorový systém pro statickou a dynamickou detekci a vyhodnocování dopravních údajů a událostí“, spolupracující se standardním PC rozšířeným o Frame - Gabber kartu pro overlay živého obrazu a pro ukládání jednotlivých obrazů do paměti, a zpracovávající standardní videesignál. Z praktických důvodů bylo rozhodnuto, že na rozdíl od trvalých instalací a průběžného monitorování dopravní trasy bude zpracováván signál záznamu. Tím se nejen TELEMAT chrání před otřesy při dopravě, ale

zejména je umožněno dodatečné vícenásobné zpracování zaznamenaného obrazu a vyhodnocení dopravní situace. Tím se snímací a vyhodnocovací stanice dělí na 2 samostatná časově nezávislá pracoviště:

- ☐ Mobilní snímací a záznamovou stanici
- ☐ Stablní vyhodnocovací stanici

Spojovacím článkem mezi oběma stanicemi je E - VHS videorekordér s v olitelnou dobou záznamu 3, 12, 24 hodin s pamětí na poplavy, který je nainstalován buď v mobilní nebo stablní stanici.

Mobilní snímací a záznamová stanice je zabudována do jednoosého skříňového izotermického brzděného přívěsu za osobní automobil typu Niewiadów 520.01 h od firmy Trojan, vybaveného standardně ruční a nájezdovou brzdou a pojezdovým kolem, rozměrů skříňové délka 1980 mm, šířka 1190 mm, výška 1750 mm, celková délka přes oj 3360 mm. Izotermická větraná bílá skříň má jednokřídlé boční a dvoukřídlé zadní dveře.

Uvnitř je vytvořeno manipulační pracoviště obsluhy, vybavené otočnou sedačkou a pracovním pultem, osazeným videorekordérem, černobílým průmyslovým monitorem s vysokou odolností proti otřesům a speciálním obslužným pultem SCU 48 pro nastavování kamery. Vozík je doplněn výsuvnými a stavitelnými odnímacími nohama, umožňujícími bezpečné zaparkování přívěsu včetně rektifikace obrubníku. Při přesunu jsou ramena i nohy uloženy v transportní schráně.

Pro vztyčení kamery do výšky 10 m nad terén je do skříňové pevně zabudován a ukotven britský vojenský výsuvný teleskopický stožár Clarkmast ze 6 výsuvných segmentů. Stožár má pneumatický výsuv a spouštění a mechanickou aretaci vysunutých dílů. Jeho tuhost po vysunutí zvyšuje čtveřice vypínacích lan, kotvených k výsuvným nohám. Před vlastním výsuvem se na hlavici stožáru nasazuje hlavice otočného pohonu PT 40 k dálkově ovládanému natáčení kamery v horizontálním (360 stupňů) a vertikálním (± 90 stupňů) s provozním rozsahem teplot $-20/+70$ stupňů a zatížitelností 20 kg. Na nese černobílou CCD průmyslovou kameru s citlivostí osvětlení min 0,2 lux, rychlostí snímání od 1/50 do 1/30000 s objektivem 1"1,2/6-48 mm s motorovým pohonem pro clonu, ohniskovou vzdálenost a ostrost a automatickou clonou. Kamera s objektivem je chráněna proti povětrnostním vlivům ochranným krytem PH 211 se sluneční clonou a vytápěcím tělískem proti orosení nebo zamrznutí.

K nezbytné vnitřní výzbroji přívěsu patří elektrický vzduchový kompresor pro výsuv a spouštění stožáru včetně ovládacích pák, bezúdržbový napájecí zdroj SCU 301 s akumulátory, vytvářející stabilizovaný zdroj střídavého proudu potřebných napětí (12V, 24V, 220V), záložní benzinová čtyřtákní energocentra zajišťující provozuschopnost mobilní stanice i při delší nepřístupnosti dobíjecího napětí 220V, vnitřní pracovní osvětlení, kabeláž včetně schrány na kabely výsuvného stožáru, držák kamery s krytem a otočnou hlavici v transportní poloze a skládací štafle pro montáž a demontáž hlavice na vršek stožáru ve spuštěném stavu.

Další výbavu tvoří skládací kolečko pro měření délek a bezpečnostní oranžová vesta pro pracovníky obsluhy.

Povinnosti obsluhy na místě měření



Po ustavení, vztyčení a zprovoznění celého zařízení je nejdůležitější optimální nastavení kamery, tedy nejvhodnější rozsah a úhel záběru. Zařízení TELEMAT TD vyžaduje, aby vozidla projížděla záběrem v definovatelné perspektivě s přibližováním nebo vzdalováním, ale nikoliv přesně napříč přes záběr. Po zahájení záznamu je povinností obsluhy podrobné vyplnění protokolu o měření, podrobně definující všechny omezující a ovlivňující provozní podmínky stanoviště. Nezbytnou povinností je stanovit výšku kamery (u plného výsunu a vozíku v úrovni krajnice je jednoznačná), změřit šířku jízdních pruhů a určení dvou referenčních délek v záběru (a vyznačit je), které jsou různě dlouhé a umožní následně programu s dostatečnou přesností vypočítat perspektivu záběru (viz. Příloha č. 1 Výběrový plán).

Nastavení TELEMATu v kanceláři

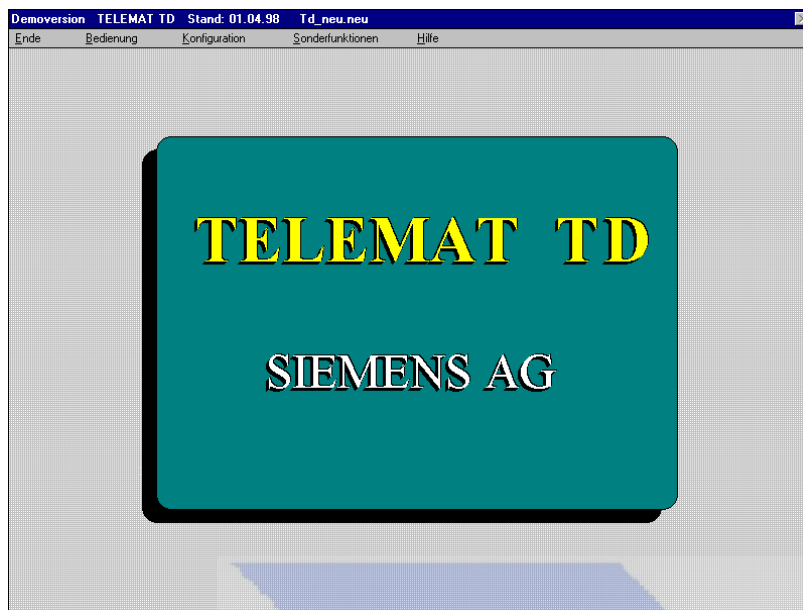
Kromě zadání identifikačních dat měření se nastaví režim obrazu den/noc, otevře a zastaví se okno (záběr) pro nastavení parametrů, zadají se údaje pro výpočet perspektivy - druh perspektivy, výška kamery, 2 referenční délky, šířka jízdních pruhů, nastaví se funkce relé pro jednotlivé jízdní pruhy (počítání, chybní řidiči, detekce dopravní zácpy/stojící vozidla, detekce dopravní zácpy/pomalů jedoucích vozidla, nastavení parametrů jednotlivých jízdních pruhů - směr jízdy vozidel, nastavení detekčních ploch, nastavení okrajů jízdních pruhů, nastavení polohy a délky smyčky, připojení oblastí přihlášení a odhlášení vozidla, klasifikace vozidel. Klasi-



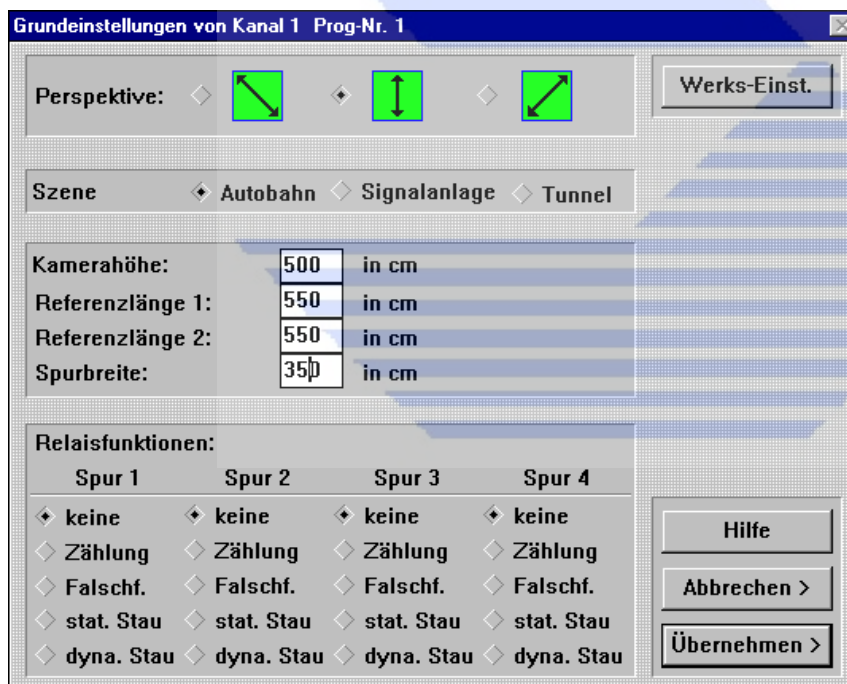
fikace vozidel se provádí ve volitelných kategoriích dle plochy spuštěných polí v rovině obrazu vytvořeného vozidlem. Prahová hodnota pro zařazení do jednotlivých kategorií může být stanovena např. pro tyto kategorie:

- ☐ motocykl
- ☐ osobní vůz
- ☐ malý nákladní vůz
- ☐ velký nákladní vůz
- ☐ návěsová/přívěsová souprava

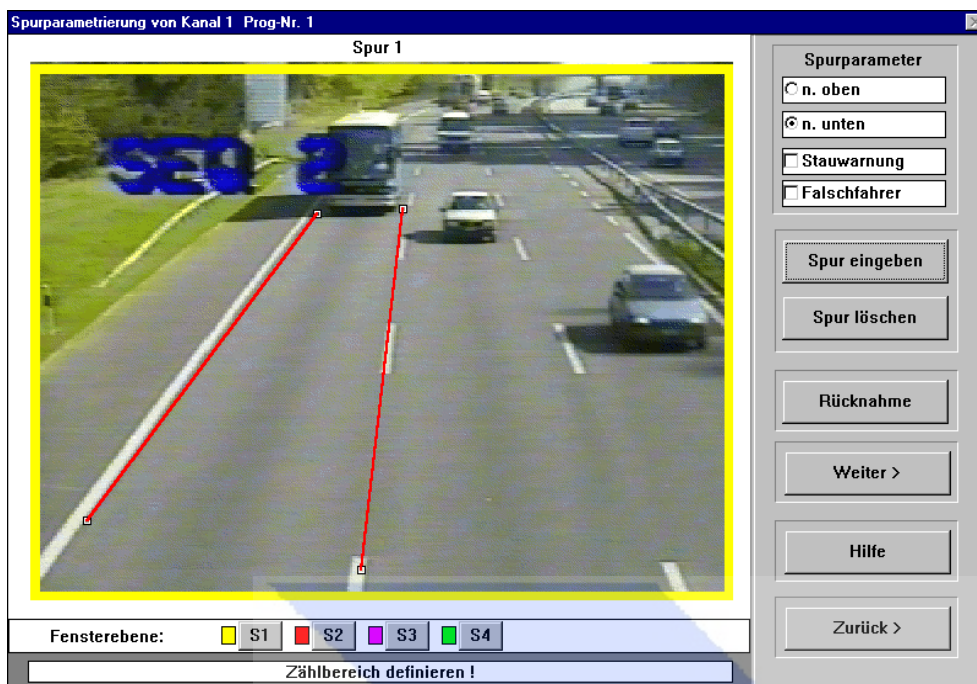
Úvodní okno programu



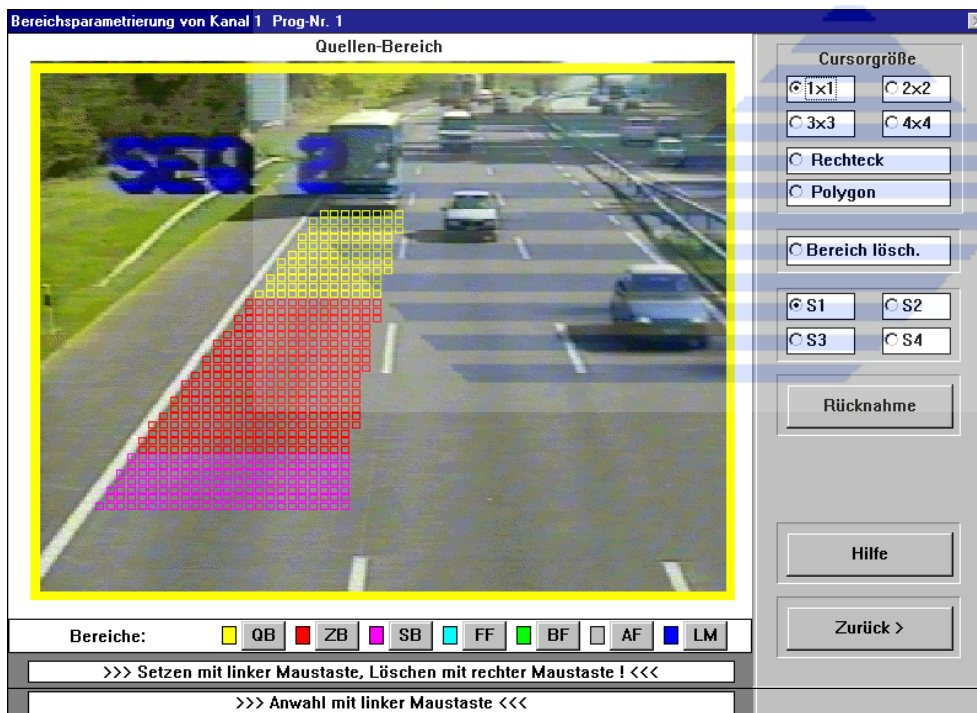
Výchozí nastavení kamery



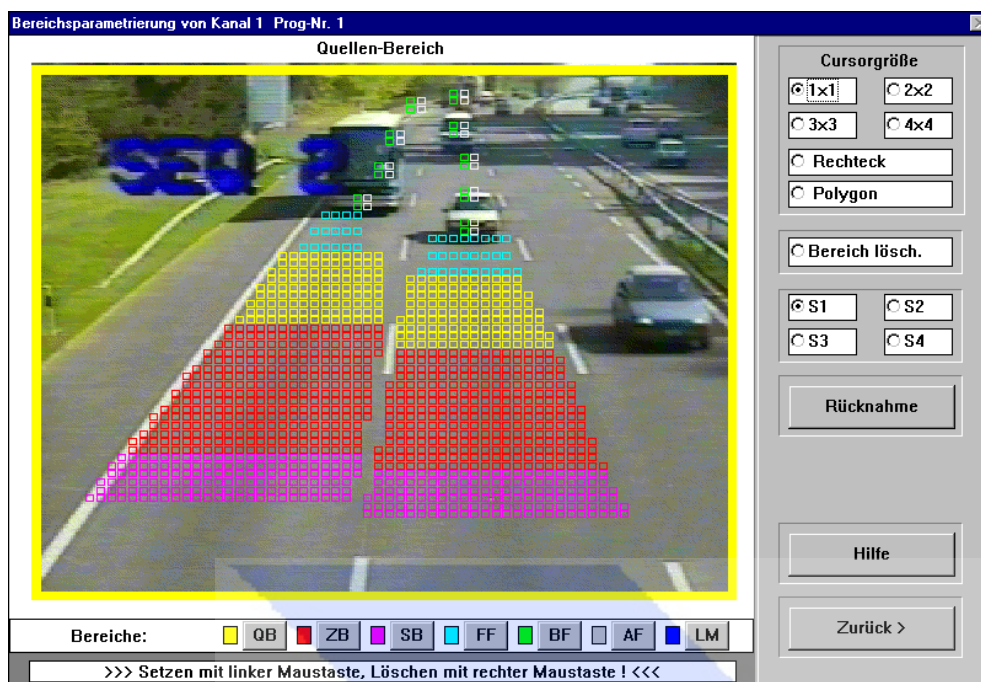
Zadání jízdních pruhů



Zadání měřících oblastí



Zadání měření včetně určení kolony a stání



Výsledky měření a výsledné sestavy (příklad pro 1 jízdní pruh)

Výsledkem měření jsou dvě výsledné sestavy prostředí Microsoft Excel. Názorná ukázka dat v tabulce je pro směr 1 na úseku sil. Č. I/8 – Lovosice po minutových intervalech.

Zeit	14:59	15:00	15:01	15:02	15:03
KRAD1	0	0	0	0	0
MSpeed	0	0	0	0	0
MQSpeed	0	0	0	0	0
PKW1	9	5	2	12	7
MSpeed	58	84	51	56	39
MQSpeed	3364	7056	2601	3136	1521
LKWK1	6	1	2	6	5
MSpeed	57	83	35	46	26
MQSpeed	3249	6889	1225	2116	676
LKWK1	0	0	0	0	0
MSpeed	0	0	0	0	0
MQSpeed	0	0	0	0	0
Dichte1	15	5	8	19	20
Beleg1	12	4	6	17	27

Druhá sestava má uspořádání do posloupnosti každé vteřiny, zaznamenávající jev („ANO“ - řidič projel některým ze čtyř vyhodnocovacích míst) se záznamem čas, druh vozidla, rychlost, směr a pořadí v intervalu 1 s.

Další možnosti využití

Tato měřicí stanice slouží nejen svému základnímu cíli, získání měřených výsledků pro ověření chování

dopravního proudu za různých podmínek v rámci výzkumného úkolu, ale bude současně sloužit Ministerstvu dopravy a spojů ČR a jím řízeným organizacím pro doplňování důležitých dopravně inženýrských charakteristik vybraných komunikací. Další možnou aplikací je vyhodnocování vzniku nehodových situací zejména na místech s vysokou nehodovostí. K tomu je instalováno video s prodlouženou dobou záznamu a nižší frekvencí obrazu.

2.7. RADAROVÁ TECHNOLOGIE ZÁZNAMU

2.7.1 Eis Electronic Integrated Systems Inc.

150 Bridgeland Ave, Toronto Ontario, Canada, M6A 1Z5

1 radarový snímač RTMS vsazený kolmo ke komunikaci ve výšce 5,5 m monitoruje až 8 jízdních pruhů, měří intenzitu, obsazenost, počet nákladních vozidel a rychlost pro každý pruh. Sčítač RTCP ukládá až 1 týden dat v pětiminutových intervalech. Zařízení se dodává se spojovacími kabely, rozvodnou skříňkou a softwarem na zpracování dat. Detektor identifikuje přítomnost vozidla bez ohledu na směr jízdy s 5% přesností. Napájení není v dodávce. Systém může pracovat s 12 V baterií nebo solárním modulem.

Přednosti, vhodnost použití

- ☐ boční instalace bez omezení dopravy
- ☐ vzhledem k nutnosti upevnění výše než 5 m vhodné pro dlouhodobější instalaci na sloupu
- ☐ bezúdržbové, nenáročné zařízení vhodné pro trvalý traffic management
- ☐ možnost bezdrátového přenosu dat
- ☐ nemožnost zpětné analýzy situace (žádný obrazový záznam)
- ☐ riziko rušení ocel. svodidlem, tramvajovými kolejemi.

2.7.2 THOMSON-CSF

La Clef de Saint Pierre, 1, Boulevard Jean Moulin, Elencourt Cedex 78852, France

Radarový systém Beatrix osazený v podélné ose komunikace identifikuje:

- ☐ zastavující a rozjíždějící se vozidla, pomalá vozidla
- ☐ vznik a zánik kongescí, průměrnou rychlost
- ☐ rychlost (maximum, průměr, minimum)
- ☐ míru obsazenosti
- ☐ klasifikaci
- ☐ cestovní čas

Pulsní Dopplerův radar může identifikovat a monitorovat 2 x 5 pruhů do vzdálenosti až 1000 m. Přednosti: použití za libovolné viditelnosti.

2.8. PLOVOUCÍ VOZIDLO VYBAVENÉ GPS

Výzkum rychlosti a cestovní doby je prováděn pro zhodnocení různých provozních stavů dopravní infrastruktury.

Při tomto průzkumu je zaznamenávána rychlost, čas, vzdálenost a zdržení, kterých docílí vozidlo na definované trase. Data lze využít pro zjišťování provozních nebo infrastrukturních nedostatků, které způsobují kongesci. Průběh rychlosti je rovněž využíván pro zhodnocení účinku nápravných (zlepšujících) opatření porovnáním měření „před“ a „po“. Dalším využitím těchto dat je nastavení zelené vlny na sběrných třídách tak, aby časový posun signalizací umožňoval maximálně plynulou jízdu. Dalším využitím dat je stanovení „normálních“ p rovozních podmínek j ako z ákladu pro odlišení špičkového provozu nebo nehody tak, aby organizace řídící dopravu mohla provést odpovídající opatření. Aplikace ITS potřebují rovněž data o rychlosti jízdy. Přesné informace o každém úseku komunikace v různé denní době podstatně zvyšují účinnost plánování cest a navádění na trasu. Jakmile jsou zjištěna přesná data o spotřebě času a rychlosti, automatizace výběru optimální trasy a optimálního druhu dopravy se stává efektivní.

Použití globálního polohového systému pro automatický sběr dat nabízí řadu předností, zejména zvýšenou přesnost, přenosnost, snadnou instalaci v jakémkoliv vozidle, nízké pořizovací náklady a zvýšenou produktivitu.

Data získaná GPS mají srovnatelnou přesnost s ručně měřenými. Kromě toho má GPS další výhody:

- ☐ eliminace chyb v záznamech,
- ☐ sběr dat je daleko méně pracný a může probíhat i při jízdách, jejichž základním účelem je něco jiného,
- ☐ průběžná data GPS jsou daleko bohatší vz hledem ke krátkému intervalu (až 1 s) takže dávají daleko preciznější průběh jízdních podmínek. To umožňuje identifikaci úzkých míst a vznik kongescí může být přesně lokalizován na základě náhlé ztráty rychlosti. Manuálně získaná data zprůměrují volnou jízdu a kongesci do 1 zprůměrovaného úseku,
- ☐ GPS data poskytují průběžný záznam všech úseků zkoumané silnice. To poskytuje možnost flexibility výběru hodnocených úseků. Úseky

mohou být definovány následně podle zjištění změn rychlosti. Historická data mohou být přehodnocena na odpovídající nové úseky. Tak lze následně vyhodnotit úsek volné jízdy a úsek v kongescích podmínkách. Tyto změny u manuálního záznamu dat nejsou možné.

- ☐ GPS data poskytují větší škálu možných hodnocení. Kromě času stání před křižovatkami lze snadno zhodnotit celkové zdržení.

GPS data umožňují zhodnotit všechna data v reálném čase, v průběhu měření

- ☐ GPS hardware je přenosný a snadno instalovatelný. Nastavení vyžaduje pouze vteřiny. Sestává z umístění magnetické antény na střechu a zapojení přijímače do zásuvky. Po měření může být zařízení stejně snadno demontováno. Zařízení nevyžaduje žádné úpravy na vozidle.
- ☐ zařízení je cenově dostupné a továrně vyráběné.

Další potenciální uplatnění GPS dat v dopravně inženýrské praxi:

- ☐ GPS data mohou posloužit pro analýzu emisí a spotřeby pohonných hmot. Poskytují totiž podrobný záznam rozjezdů/zastavení a zrychlení/zpomalení, tedy důležitých faktorů pro emise a spotřebu. Analýza těchto dat je velmi důležitá pro ITS úkoly. Přesměrování vozidel mimo kongescí oblast znamená delší trasu, avšak za určitých podmínek vede ke snížení emisí a spotřeby, když je čas stání a počet rozjezdů snížen. S GPS daty je možno lépe charakterizovat vztahy mezi emisemi, spotřebou a provozními charakteristikami sítě.
- ☐ GPS data mohou pomoci odpovědět na otázku způsobu získání údajů zkušebními vozidly. Zkušební vozidla předávají data o své cestě do centra řízení dopravy. Tak poskytují informace v reálném čase o dopravní situaci. Otázkou je kdy a kde mají být hlášení o dopravní situaci vytvářena. Zda se má jednat o úseky od křižovatky ke křižovatce, nebo zda údaje mají úseky začít a končit mezi křižovatkami, zda údaje mají být vztaheny k délce nebo k času? Jaké dodatečné údaje mohou být hlášeny jako do plnění standardních údajů. Pomocí následné analýzy GPS dat mohou být vyřešeny různé alternativy na jednom souboru dat. Výzkumníci nemusí shromažďovat další data pro každou zkoumanou alternativu.
- ☐ GPS data mohou být využita pro zjištění a analýzu kongescí rozličným způsobem. Na příklad histogram cestovní doby prokáže podíly jednotlivých rychlostí na spotřebě času na 1 jízdě.
- ☐ Například při jízdě městskými třídami bylo více jak 50% cestovní doby stráveno rychlostí nižší než 10 km/hod. Tyto histogramy mohou být statisticky vyhodnocovány a mohou charakterizovat kongesci novým způsobem. Dále lze pomocí GPS dat zobrazit graf rychlost/čas, který zjevně ukáže dobu, po kterou bylo vozidlo zablokováno dopravou (v tradičním grafu rychlost/vzdálenost se zastavením vozidla projeví jako bod, bez ohledu na to jak bylo dlouhé). Dále jsou možné statistické analýzy akcelerace a decelerace. Žádné z těchto hodnocení nemůže být

provedeno ze samotných manuálních dat. Nepochybně v budoucnu budou nalezeny další možnosti využití bohatých dat GPS, z nichž některé povedou k novému pohledu na dopravní kongesci. Sledování vývoje naměřených hodnot umožní lepší způsob prognózy, týkající se potřeby nových dopravních kapacit.

- ☐ GPS data mohou být výhodně využita pro kalibrování dopravních modelů. V minulosti byla data potřebná pro tento účel pouze obtížně nebo náladně získatelná.

POPIS ZAŘÍZENÍ PLOVOUCÍHO VOZIDLA S GPS - prototyp CityPlan

Řešitel pořídil v rámci řešení dopravně-inženýrských úkolů pro MDaS zařízení určené ke sledování tzv. plovoucího vozidla, pohybujícího se po veřejných komunikacích na území České republiky, který sestává z těchto subsystémů:

- ☐ subsystém určení okamžité polohy vozidla
- ☐ subsystém pro periodický záznam polohy pohybujícího se vozidla do datových souborů
- ☐ subsystém pro periodické vkládání omezené množiny dodatkových informací obsluhou při jízdě
- ☐ subsystém vyhodnocení a zpracování datových souborů, vytvoření protokolu o jízdě
- ☐ subsystém zobrazení průběhu jízdy a dodatkových informací na mapovém podkladě GIS.

Subsystém určení polohy vozidla je tvořen přijímačem družicového systému GPS. Přesnost lokalizace pohybujícího se vozidla touto metodou (odchylna standardně menší než 30 mm v 90% měření) je pokládána za dostatečnou.

Subsystémy pro ukládání získaných dat a doplňkových informací při jízdě, dalšího zpracování datových souborů a generace potřebných výstupů jsou realizovány pomocí přenosového počítače třídy PC (notebook) a účelově vytvořeného programového vybavení. Uživatelské části dodaného programového vybavení a ovládání funkcí jsou podporovány operačním systémem WINDOWS 95.

Subsystém zobrazení průběhu jízdy na mapovém podkladě využívá počítačových programů GIS.

Technické prostředky použité ve vozidle ke sledování plovoucího vozidla jsou napájeny z palubní vozidlové sítě, a to ze zásuvky zapalovače.

BLIŽŠÍ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Soubor zařízení obsahuje:

- ☐ notebook
- ☐ GPS včetně antény
- ☐ spojovací a napájecí kabely
- ☐ InfoMapu od PJssoft, verze 4.0
- ☐ programové vybavení
- ☐ manuál
- ☐ napájení ze zásuvky zapalovače

Obsluha zařízení v průběhu měření (obsluha notebooku zadává tyto parametry):

- ☐ začátek/konec cesty
- ☐ začátek/konec obce
- ☐ začátek/konec omezené rychlosti + rychlost
- ☐ začátek/konec jízdy v koloně

- ☐ zastavení/rozjetí (krátkodobé přerušení jízdy)
- ☐ předjíždění začátek/konec
- ☐ železniční přejezd
- ☐ křižovatka bez přednosti v jízdě
- ☐ světelná signalizace
- ☐ mlha
- ☐ déšť/mrholení
- ☐ nebezpečí kluzké vozovky
- ☐ kluzká vozovka

Přitom kromě začátku/konce cesty (měření) jsou všechny údaje nepovinné. Před začátkem měření se doplňují vstupní údaje:

- ☐ auto/typ
- ☐ řidič
- ☐ způsob jízdy (dle předpisů, bezpečná, agresivní)

Všechny volitelné informace mají svou ikonu na obrazovce s uvedením klávesy, kterou se aktivuje/deaktivuje, přitom je jasné viditelné, který jev je aktivní. Soubor měření je automaticky nazván datem, hodinou a minutou začátku měření.

Okno zadávání dat během jízdy

Datum	Cas	Obec	Rychlost (km/h)	Úhel	Omezení	Počet	Jízda	Překážky	Poznámka
30.04.1998	07:25:08	Přáche	67.0	162.9	40 km/h				
30.04.1998	07:25:11	Přáche	69.0	163.1	40 km/h				
30.04.1998	07:25:13	Přáche	71.1	163.6	40 km/h				
30.04.1998	07:25:16	Přáche	72.2	163.7	40 km/h				
30.04.1998	07:25:17	Přáche	73.5	163.5	40 km/h				
30.04.1998	07:25:19	Přáche	75.5	163.7	40 km/h				
30.04.1998	07:30:21	Přáche	66.0	163.3	40 km/h				
30.04.1998	07:30:23	Přáche	62.5	163.4	40 km/h				
30.04.1998	07:30:25	Přáche	57.5	163.3	40 km/h				
30.04.1998	07:30:27	Přáche	48.3	163.4	40 km/h				
30.04.1998	07:30:29	Přáche	40.6	167.9	40 km/h				
30.04.1998	07:31:31	Přáche	32.8	200.2	40 km/h				
30.04.1998	07:31:33	Přáche	28.7	197.7	40 km/h				
30.04.1998	07:31:35	Přáche	25.5	195.2	40 km/h				
30.04.1998	07:31:38	Přáche	31.9	193.1	40 km/h				
30.04.1998	07:31:40	Přáche	29.5	183.4	40 km/h				
30.04.1998	07:31:42	Přáche	29.9	184.5	40 km/h				

VÝSTUPY

Datový soubor se všemi výše uvedenými údaji, včetně data, času, souřadnic a rychlosti – pro každý záznam jeden řádek, převoditelný do programu Excel, je vytvářen automaticky a automaticky ukládán na disk pod pořadovým číslem a datem. Na začátku jízdy (po spuštění programu a zadání časové sekvence) uvede program, jaká je zbylá kapacita disku (na kolik hodin jízdy).

Výsledný protokol obsahuje přehled a vyhodnocení všech zaznamenaných jevů:

- ☐ cesta z..... do.....
- ☐ délka cesty
- ☐ celková doba
- ☐ průměrná rychlost
- ☐ průměrná křivost (na 1 km) = úhrn úhlové změny na délku cesty
- ☐ délka jízdy v obcích – absolutně a v % z délky cesty
 - ⇒ délka jízdy v koloně - absolutně a v % z délky cesty
 - ⇒ čas jízdy v obcích - absolutně a v % z délky cesty
- ☐ čas jízdy v koloně - absolutně a v % z délky cesty
- ☐ počet průjezdů obcí

- ☐ počet zastavení (eliminace přerušení jízdy)
- ☐ součet času stání - absolutně a v % z délky cesty
- ☐ počet přejezdů
- ☐ počet světelných signalizací a úhrn zdržení
- ☐ úhrn zdržení v křižovatkách bez přednosti v jízdě
- ☐ doba trvání všech zadaných jevů.

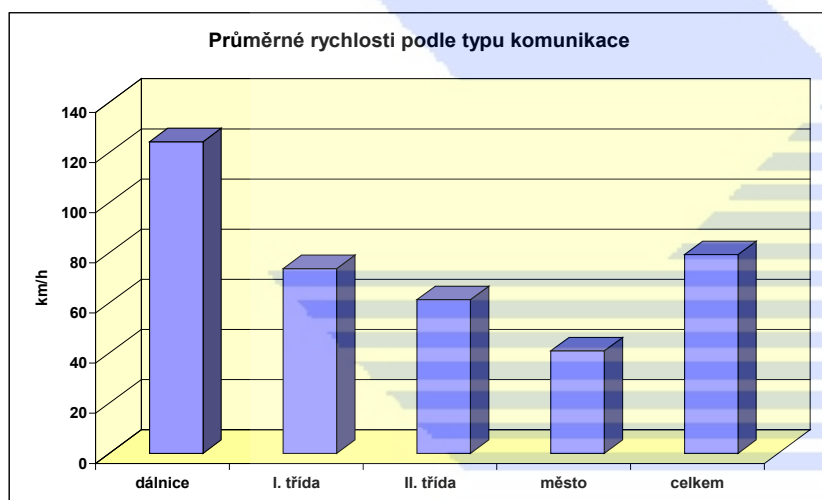
Výsledný protokol je možno zpracovat kdykoliv po ukončení jednoho měření (jedné cesty) i opakovaně a jednoduchým způsobem.

Z každého měření je možno provést tisk trasy do mapy PJsoftu v měřítku odpovídajícím rozlišení počátku a konce cesty. Z každého měření (v závislosti na nastaveném intervalu) je možno vynést graf závislosti rychlosti na čase a dráze. Pod grafy se do úseček vynesou evidované jevy a je možno identifikovat z GPS názvy obcí a čísla silnic.

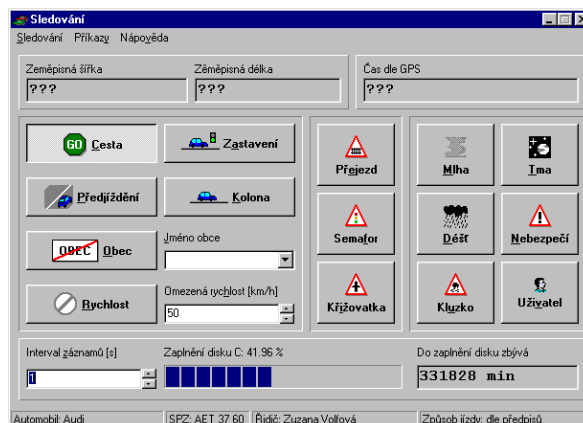
Soubor záznamů pro vyhodnocení

Zařízení je snadno instalované a přenosné. Napájení je provedeno z vozidla (zásuvky zapalovače) operatelné při jízdě spolujezdce, který obsluhuje (na klíně)

Z doposud provedených měření je vytvořen graf průměrných rychlostí na jednotlivých typech komunikací:



notebook. Zadávání parametrů se provádí funkčními

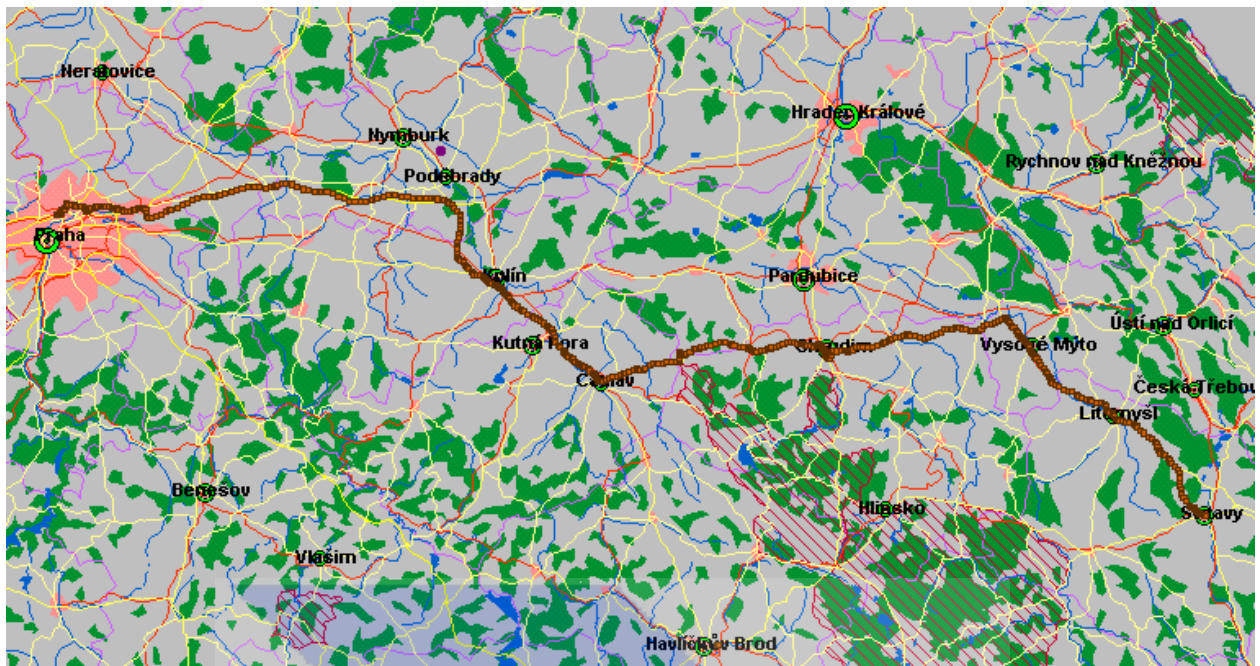


klávesami.

Zařízení zaznamenává cestu na pevný disk s možností pozdějšího prohlédnutí a zároveň ji lze v reálném čase zobrazovat v mapovém podkladu. Četnost sběru dat je nastavitelná od 1 s.

Příklad vyhodnocení jedné cesty je přiložen.

Zobrazení trasy z Prahy do Ústí nad Labem



Výsledky cesty z Prahy do Svitav

dne: 2.6.1998

		celkem	Praha	dálnice D11	I. třída	II. třída
délka cesty	km	184,25	13,69	41,10	121,24	8,64
přímá délka	km	150,68	11,10	38,59	97,55	7,87
poměr prodloužení		1,22	1,23	1,07	1,24	1,10
čas celkem	h:m:s	2:30:39	0:18:04	0:19:23	1:45:50	0:07:16
rychlost	km/h	73,38	44,32	127,01	68,52	71,39
křivost	° na 1 km	66,7	215,7	19,78	63,6	95,5
Procentní vyjádření veličin:						
zastavení	v % času	4,1	8,60	0,00	4,70	0,00
obce	v % času	40,28	100,00	0,00	38,12	55,61
kolona	v % času	18,64	15,33	3,33	23,95	1,40
žel. přejezdy	v % času	2,09	0,00	0,00	3,19	0,47
svět. signalizace	v % času	0	0,00	0,00	0,00	0,00
křižovatky	v % času	2,32	12,71	1,58	1,35	0,00



Název: Zjišťování kapacity pozemních komunikací a návrhy na odstranění kongescí
Vydal: CityPlan spol. s r.o., Jindřišská 889/17, Praha 1. tel.: 221 184 304, fax: 224 922 072,
e-mail: cityplan@vol.cz
Ve spolupráci: Žaket, Slánská 381, 163 00 Praha 6, tel.: (02) 3023632, fax: (02) 20980865,
e-mail: zaket@login.cz
Zpracoval: CityPlan s.r.o.
Ing. Jiří Landa, Ing. Jaroslav Dobiáš, Ing. Zuzana Volfová
Náklad: 500 ks
Počet stran: 88
Formát: A4
Datum: listopad 1999
Tisk: Tiskárna IV, s.r.o., tel.: (02) 3023688, fax: (02) 20980865
Distribuce: CityPlan spol. s r.o.