



Dopravní inženýrství

Luděk Bartoš, Dagmar Kočárková, Michal Uhlík a kolektiv

Dopravní inženýrství

Luděk Bartoš, Dagmar Kočárková, Michal Uhlík a kolektiv



Dopravní inženýrství

Luděk Bartoš
Dagmar Kočárková
Michal Uhlík
a kolektiv



Předmluva

Obsahem knihy je základní přehled o současném stavu poznání v oboru silničního a městského dopravního inženýrství v České republice. Cílem České silniční společnosti jako vydavatele knihy je, aby čtenář získal celkovou představu o principech a metodách řešení dopravně-inženýrských úloh. Kniha obsahuje odkazy na další technické předpisy a literaturu, které každou zmiňovanou problematiku řeší ve větších detailech.

Kniha je určena pro dopravní inženýry, projektanty dopravních staveb, studenty vysokých škol, architekty, urbanisty, pracovníky odborů dopravy, dopravní inženýry policie a další příbuzné profese.

Kniha obsahově a tematicky navazuje na publikaci *Dopravné inženýrstvo* kolektivu autorů pod vedením Viery Medelské, která vyšla před více než 30 lety a je již díky obecnému technickému rozvoji i novým poznatkům v mnoha ohledech překonána.

Kniha je sestavena z 23 kapitol, na jejichž tvorbě se podílelo celkem 44 autorů a lektorů, kteří pracují v oboru dopravního inženýrství v dopravně-inženýrských a projekčních firmách, na technických univerzitách nebo ve výzkumných institucích.

Kniha by nevznikla bez práce předchozích generací dopravních inženýrů a pedagogů, kteří u nás obor silničního a městského dopravního inženýrství spoluvytvářeli, předávali své poznatky i nadšení dalším generacím a na psaní této knihy se už podílet nemohli. Z osobního úhlu pohledu bychom rádi vyzdvihli přínos zejména pánů Pavla Karlického, Petra Jiravy a Františka Lehovce, kteří nás v životě inspirovali a pomohli nám rozvinout naše zájmy a kariéru.

Obor dopravní inženýrství se stále rozvíjí. V některých oblastech je rozvoj velmi dynamický a naše kniha určitě nedokáže pojmut všechny nové poznatky. Pro získání dalších znalostí a zkušeností doporučujeme sledovat proces změn technických a právních předpisů a seznamovat se s technickými novinkami v odborných časopisech a na konferencích zaměřených na dopravní inženýrství a silniční stavitelství.

*Za autorský kolektiv
Luděk Bartoš, Dagmar Kočárková, Michal Uhlík*

Děkujeme všem partnerům za finanční podporu knihy Dopravní inženýrství



Obsah

1. Úvod do problematiky | 10

- 1.1 Funkce dopravy | 11
- 1.2 Druhy dopravy | 11
- 1.3 Charakteristika účastníků dopravy | 13
- 1.4 Historie dopravy | 15
- 1.5 Vznik oboru dopravní inženýrství | 22
- 1.6 Definice dopravního inženýrství | 24

2. Dopravní inženýrství v podmínkách ČR | 26

- 2.1 Dopravní inženýr v praxi | 27
- 2.2 Legislativní a technické předpisy | 27
- 2.3 Projektová dokumentace silničních staveb | 32
- 2.4 Systém vzdělávání dopravních inženýrů | 37

3. Doprava a územní plánování | 50

- 3.1 Dopravní plánování a jeho základní principy | 51
- 3.2 Mobilita osob a zboží ve vztahu k funkčním plochám v území | 53
- 3.3 Doprava v území | 61
- 3.4 Segregace a integrace dopravní infrastruktury a urbanizace území | 63
- 3.5 Typy urbanistických struktur | 65
- 3.6 Město krátkých vzdáleností | 71
- 3.7 Suburbanizace | 72
- 3.8 Mitigace a adaptace na změnu klimatu | 75
- 3.9 Socioekonomické aspekty plánování dopravní infrastruktury | 77
- 3.10 Územní plánování | 78
- 3.11 Strategické plánování | 85
- 3.12 Plány udržitelné mobility | 86

4. Dopravní proud | 90

- 4.1 Základní principy dopravního proudu | 91
- 4.2 Pohyb jednotlivého vozidla | 91
- 4.3 Pohyb vozidel v dopravním proudu | 93
- 4.4 Rozdělení odstupů v dopravním proudu | 102
- 4.5 Pohyb pěších proudů | 104
- 4.6 Pohyb cyklistického proudu | 104

5. Druhy vozidel | 106

- 5.1 Úvod | 107

- 5.2 Druhy vozidel z hlediska zákonné úpravy | 107
- 5.3 Druhy vozidel při dopravních průzkumech | 110
- 5.4 Uplatnění kategorizace vozidel v dopravně-inženýrských výpočtech | 116

6. Intenzita dopravy | 118

- 6.1 Používané veličiny intenzity dopravy | 119
- 6.2 Návrhová intenzita dopravy | 121
- 6.3 Variace intenzit automobilové dopravy | 122
- 6.4 Variace intenzit nemotorové dopravy | 126
- 6.5 Způsoby zjištění intenzity dopravy | 127
- 6.6 Dopravní výkon | 128

7. Dopravní průzkumy | 130

- 7.1 Úvod | 131
- 7.2 Průzkumy intenzity dopravy | 132
- 7.3 Průzkumy dopravy v klidu | 148
- 7.4 Průzkumy rychlosti | 151
- 7.5 Průzkumy dopravního chování | 155

8. Celostátní sčítání dopravy | 164

- 8.1 Historie celostátního sčítání dopravy | 165
- 8.2 Současná podoba celostátního sčítání dopravy | 166

9. Prognóza vývoje dopravy | 170

- 9.1 Význam prognózy | 171
- 9.2 Metody prognózy | 171
- 9.3 Prognóza dopravy ve vztahu k řešenému území | 172
- 9.4 Historický vývoj prognóz v ČR | 173
- 9.5 Prognóza intenzit automobilové dopravy podle TP 225 | 178
- 9.6 Prognóza generované dopravy | 182

10. Modelování dopravy | 188

- 10.1 Účel dopravního modelování | 189
- 10.2 Makroskopické modely | 191
- 10.3 Mikroskopická simulace dopravy | 215

11. Organizace a regulace dopravy | 230

- 11.1 Principy organizace a regulace dopravy | 231

11.2 Mýtné systémy – zpoplatnění vjezdu do centra města 233	16. Principy zklidňování dopravy 362
11.3 Příklady organizace a regulace dopravy 241	16.1 Úvod 363
11.4 Dopravní značení 242	16.2 Zklidňování průtahů 366
12. Navrhování pozemních komunikací 252	16.3 Zklidňování ostatních pozemních komunikací v obci 369
12.1 Rozdělení pozemních komunikací 253	17. Veřejná hromadná doprava 378
12.2 Silnice a dálnice 255	17.1 Úvod 379
12.3 Místní komunikace 266	17.2 Veřejná hromadná doprava jako páteř udržitelné mobility 379
13. Křižovatky 274	17.3 Veřejná hromadná doprava provozovaná na podnikatelské riziko a v závazku veřejné služby 380
13.1 Úvod a definice křižovatky 275	17.4 Módy veřejné dopravy 382
13.2 Zásady návrhu křižovatek 275	17.5 Integrovaná veřejná doprava 389
13.3 Kolizní (střetné) body v křižovatce 278	17.6 Plánování a provoz veřejné dopravy 394
13.4 Úrovňové křižovatky 279	17.7 Řízení kvality veřejné dopravy 398
13.5 Mimoúrovňové křižovatky 291	17.8 Specifická infrastruktura pro provoz povrchových módů veřejné dopravy v prostředí intravilánu 401
14. Navrhování světelných signalizačních zařízení 298	18. Doprava v klidu 410
14.1 Úvod 299	18.1 Úvod 411
14.2 Kritéria pro navrhování SSZ 299	18.2 Stupeň automobilizace a motorizace 411
14.3 Používané názvosloví 300	18.3 Možnosti řešení odstavování vozidel v místě bydliště 413
14.4 Světelné signály a zobrazení prvků SSZ ve výkresech 301	18.4 Stanovení potřebného počtu stání 414
14.5 Základní principy navrhování SSZ 303	18.5 Parkovací politika – regulační opatření 416
14.6 Návrh signálního plánu 303	18.6 Návrhové parametry parkovacích stání 419
14.7 Způsoby řízení 312	18.7 Garáže 426
14.8 Koordinace řízení – zelená vlna 314	19. Pěší doprava 436
14.9 Zohlednění prostředků MHD na SSZ 315	19.1 Úvod 437
14.10 Zohlednění chodců na SSZ 316	19.2 Základní požadavky na vedení chodců 437
14.11 Zohlednění cyklistů na SSZ 318	19.3 Kvalitativní požadavky na pohyb chodců 439
14.12 Stavební uspořádání křižovatek se SSZ 319	19.4 Přecházení chodců přes vozovku 440
14.13 Řízení obousměrného provozu v jednom jízdním pruhu 322	19.5 Bezpečnost chodců v nočních hodinách 444
14.14 Obsah dokumentace SSZ 323	19.6 Úpravy pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace 445
15. Kapacita pozemních komunikací 324	20. Cyklistická doprava 448
15.1 Úvod do kapacitního posouzení pozemních komunikací 325	20.1 Historie a současnost 449
15.2 Kapacita úseků pozemních komunikací 330	20.2 Podmínky pro rozvoj cyklistické dopravy 449
15.3 Kapacita neřízených úrovňových křižovatek 335	20.3 Intenzity a prognózy cyklistické dopravy 450
15.4 Kapacita okružních křižovatek 343	
15.5 Kapacita světelně řízených křižovatek 350	
15.6 Kapacita mimoúrovňových křižovatek 355	

20.4 Cyklistická doprava pohledem dopravního inženýrství	451	23. Doprava a životní prostředí	506
20.5 Návrh vedení cyklistické dopravy	452	23.1 Vliv dopravy na životní prostředí	507
20.6 Ostatní cyklistická infrastruktura	455	23.2 Hluk z dopravy	507
20.7 Povrch a další provozní aspekty cyklistických komunikací	457	23.3 Znečištění ovzduší, vod a okolního prostředí	512
20.8 Nehodovost cyklistické dopravy	457	23.4 Doprava v území	515
21. Dopravní telematika	458	23.5 Proces posuzování vlivu staveb na životní prostředí	517
21.1 Úvod	459	23.6 Udržitelná doprava	518
21.2 Dopravní telematika	459	Zdroje	522
21.3 Management dopravních telematických systémů	462	Autorský kolektiv	540
21.4 Správa systému ITS	470		
21.5 Nové přístupy v ITS	472		
22. Bezpečnost silniční infrastruktury	480		
22.1 Základní pojmy a principy	481		
22.2 Postupy řízení bezpečnosti silniční infrastruktury	486		
22.3 Další postupy hodnocení bezpečnosti	493		
22.4 Rizikové faktory a bezpečnostní opatření	501		



1

Úvod do problematiky

Dagmar Kočárková, Jiří Landa, Jan Švarc

1.1 Funkce dopravy

Doprava představuje soubor činností, jimiž se uskutečňuje pohyb dopravních prostředků po dopravních cestách a přemísťování osob a věcí dopravními prostředky nebo dopravními zařízeními. Doprava patří mezi nejrychleji se rozvíjející sektory národního hospodářství, je neodmyslitelnou součástí lidského života a ekonomiky společnosti.

Nejstarším způsobem dopravy je chůze a nošení nákladu. V současné době se lidé dopravují pěšky spíše na kratší vzdálenosti, zatímco chůze na delší vzdálenosti je způsobem oddechu a trávení volného času. Aktuálním trendem, v souvislosti s rozvojem nových forem udržitelné mobility, je budování či upravování měst v duchu tzv. „krátkých vzdáleností“, což představuje umísťování zdrojů a cílů dopravy v přiměřených docházkových vzdálenostech, ideálně do 30 min chůze.

Dalším historickým způsobem dopravy je využití zvířat k jízdě, nošení nebo k tahání nákladu. K dopravě po vodě se již od prehistorických dob užívá plavidel. Rozvoj lidského poznání s sebou přinesl rozmach dopravy pomocí vozidel, od bicyklu po různé druhy silničních a kolejových vozidel a letadel.

Dopravní technologie sestávají z dopravních prostředků, dopravní infrastruktury a organizace dopravy. Z hlediska dopravní cesty představuje doprava pohyb všech dopravních prostředků po příslušných dopravních cestách. Rozlišujeme čtyři základní druhy dopravy, a to dopravu silniční, železniční, vodní a leteckou. Nedílnou součástí dopravy je i přenos informací, který je zpravidla řešen v samostatném oboru, ve vztahu k dopravě se nazývá dopravní telematika.

Základním požadavkem na dopravu je, aby byla schopna vytvářet síť, po které je možné přepravovat určité množství osob, materiálů a zboží do libovolného místa v území s požadovaným stupněm rychlosti přepravy, s časovou jistotou dosažení cíle, za přiměřené náklady a s požadovaným stupněm bezpečnosti.

Doprava je funkce vyvolaná, což je způsobeno odlehlostí základních funkcí v území a potřebou zajistit pomocí dopravy základní vazby mezi jednotlivými funkčními složkami v území. Patří mezi ně zejména bydlení, pracoviště, výroba, školy, občanská

vybavenost, rekreace a zelené plochy. Míra rozvoje dopravy zpětně ovlivňuje rozvoj jednotlivých funkčních složek území a jejich vzájemných vazeb.

Doprava má svá pozitiva i negativa, která bychom vždy měli mít na paměti a měli bychom se snažit při návrhu dopravních cest i opatření zachovat obojí v rovnováze. Mezi základní pozitiva dopravy patří:

- rozvoj území,
- ekonomický přínos,
- zvyšování životní úrovně (možnost vzdělání, zaměstnanost, flexibilita).

K základním negativům dopravy řadíme:

- negativní vliv na životní prostředí (exhalace, hluk a vibrace, zábor půdy a fragmentace krajiny spolu s bariérovým efektem liniových staveb, spotřeba energie),
- dopravní nehody a zejména celospolečenské ztráty na lidském zdraví a životech,
- produkci odpadu.

1.2 Druhy dopravy

Základní rozdělení dopravy můžeme provést podle typu dopravní cesty, po které se přeprava osob nebo zboží uskutečňuje. Mezi konvenční druhy dopravy patří doprava silniční (doprava na pozemních komunikacích, včetně dopravy nemotorové), železniční (nebo také nazývaná kolejová), vodní a letecká, mezi nekonvenční druhy dopravy řadíme např. dopravu potrubní; specifickým druhem dopravy je i přenos dat a informací.

Každý z druhů dopravy vykazuje určité charakteristiky, které mají vliv na vhodnost či nevhodnost využití konkrétního druhu v daných podmínkách. Při porovnání jednotlivých druhů dopravy je třeba stanovit si kritéria hodnocení. Základními kritérii může být přepravovaný počet osob či množství a substance zboží, dopravní vzdálenost a nutnost přestupu/překládky v návaznosti na potřebnou rychlost přepravy, bezpečnost a vliv na životní prostředí.

Základní druhy dopravy, jejich hlavní výhody a nevýhody, jsou popsány v tab. 1.1.

Tab 1.1 Základní druhy dopravy, jejich výhody a nevýhody [64]

Druh dopravy	Výhody	Nevýhody
Silniční doprava	nejhustší síť – v plném rozsahu zajišťuje spojení mezi odesílatelem a příjemcem, vhodná na kratší vzdálenosti a pro menší objemy přepravy	nevhodná pro přepravu většího množství zboží, energetická náročnost, v případě motorové dopravy vliv na životní prostředí (např. 90 % CO ₂ z celkového množství produkovaného dopravou, hlavní producent oxidu uhelnatého CO, hluk)
Kolejová doprava	zajišťuje hromadnou přepravu osob a zboží na dlouhé vzdálenosti, ohleduplnější k ŽP (pamatovat ale na výrobu el. energie pro trakci!)	nemůže vždy zajistit přepravu zboží od odesílatele k příjemci (překládka na silniční vozidla), nutný přestup osob, hluk a vibrace
Vodní doprava	hospodárná z hlediska nákladů na dopravu i z hlediska energetického, význam pro nákladní dopravu velkoobjemového zboží, zejm. sypkých materiálů (uhlí, písek) a jiných hromadných substrátů (např. ropa), kontejnerová přeprava, ekologický způsob dopravy	v ČR omezené podmínky pro využití (krátká délka splavných toků, nízká hustota vodních cest, malá rychlost)
Letecká doprava	přeprava osob a nákladů na dlouhé vzdálenosti, mezinárodní význam, vysoká rychlost, pohodlí a bezpečnost	vysoká energetická náročnost, vliv na ŽP (při spalování vzniká především CO ₂ , vodní pára, CO, NO _x , SO ₂), hluk

Základní charakteristiky jednotlivých druhů dopravy:

- silniční doprava (doprava na pozemních komunikacích) – probíhá za použití nekolejových dopravních prostředků zpravidla po silnicích, místních komunikacích či zpevněných cestách, zahrnuje i dopravu nemotorovou, především pěší a cyklistickou, slouží k přepravě osob, ale i nákladů. Její největší výhodou je dostupnost celého systému, tedy jak dopravní sítě, tak dopravních prostředků. Silniční síť umožňuje propojení téměř všech zdrojů a cílů dopravy, je ve většině případů volně přístupná pro všechny uživatele. Pro dobré fungování systému je nezbytné věnovat pozornost jak rozvoji sítě ve všech stupních územněplánovací dokumentace, tak otázkám regulace dopravy, a to jak v oblasti řízení dopravy, tak v oblasti organizace dopravy,
- železniční (kolejová) doprava – je druhem drážní dopravy, obvykle pozemní nebo podzemní. Je realizována kolejovými dopravními prostředky po speciálně vybudované jízdní dráze, obvykle sestavené ze dvou kolejnic, které vedou kolejová vozidla. Výhodou systému je jeho prostorová segregace v podstatné části vedení trasy. Nevýhodou zůstává zpravidla nemožnost propojení zdroje a cíle dopravy, případně je toto napojení realizováno pouze na jedné straně přepravy,
- vodní doprava – je druh dopravy, který je zajišťován plavbou po vodních tocích (zejména řekách), umělých i přírodních jezerech, mořích, oceánech i umělých plavebních kanálech a průplavech, a to na vodní hladině nebo pod hladinou. Je nejnehospodárnější z hlediska nákladů na dopravu. V podmínkách ČR je však její využití

velmi omezené vzhledem k malé délce splavných vodních toků a nízké hustotě sítě,

- letecká doprava – představuje létání letounů, vrtulníků, nachází uplatnění zejména v mezinárodním měřítku pro rychlou dopravu mezi vzdálenými zdroji a cíli zejména osobní dopravy. K dopravě na krátkou vzdálenost se začíná využívat dronů.

Pro dobré fungování jednotlivých dopravních systémů, reprezentovaných základními druhy dopravy, je vhodné provázání těchto systémů a jejich vzájemná spolupráce.

Tato kniha se ve všech následujících kapitolách věnuje prioritně tématu dopravy na pozemních komunikacích, neboť obor dopravního inženýrství se v hlavním slova smyslu zabývá přednostně problematikou tohoto druhu dopravy. Na většinu komunikací mají přístup různé dopravní prostředky, které se liší druhem pohonu, svými rozměry i konstrukční rychlostí, mohou se zde pohybovat účastníci nemotorové dopravy (zejm. chodci a cyklisté). Jednotliví účastníci se navzájem liší svými znalostmi, zkušenostmi, dovednostmi či věkem. V silniční dopravě navíc většina na těchto účastníků není dopravním profesionálem.

1.3 Charakteristika účastníků dopravy

Účastníkem provozu na pozemních komunikacích je každý, kdo se přímým způsobem tohoto provozu účastní. Vždy se však jedná o člověka, který má určité znalosti, zkušenosti, momentální duševní rozpoložení, zdravotní stav. Člověk se provozu účastní v různé roli a může, avšak nemusí mít se všemi rolami zkušenost. Dopravní inženýrství by proto mělo přistupovat k účastníkům provozu i z tohoto pohledu.

Děti procházejí dopravní výchovou v rodině a ve školním věku i ve škole, mají možnost se různým situacím učit na dopravních hřištích. Jejich chování v reálném provozu však může být ovlivněno určitou mírou nepozornosti a spontánnosti; jinak se bude chovat dítě, pohybující se samo nebo ve skupině svých vrstevníků, děti nemusí zvládnout reálné situace správně a bezpečně vyhodnotit. V provozu se

děti pohybují většinou jako chodci, cyklisté nebo na koloběžce, případně na bruslích nebo skateboardu. Dospělí účastníci provozu využívají komunikace v nejvíce rolích, a to jako chodci, cyklisté a řidiči motorových vozidel. Ne všichni dospělí uživatelé komunikací však mají řidičské oprávnění, případně vozidlo často neřídí. Jiné je chování mladých či starších řidičů. A často můžeme pozorovat, že se člověk chová jinak, pokud se ve stejné situaci v provozu vyskytne jako chodec nebo jako řidič.

Z hlediska pravidel provozu na pozemních komunikacích (zákon č. 361/2000 Sb.) [244] (dále jen „pravidla silničního provozu“) je účastníkem provozu především osoba, která řídí motorové nebo nemotorové vozidlo anebo tramvaj, spolujezdec, chodec, jezdec na zvířeti, vozka, průvodce vedených nebo hnáných zvířat, osoba přibraná k zajištění bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích apod. Mezi základní povinnosti účastníka provozu na pozemních komunikacích (dle pravidel silničního provozu) patří:

- chovat se ohleduplně a ukázněně, své chování přizpůsobit zejména stavebnímu a dopravně-technickému stavu pozemní komunikace, povětrnostním podmínkám, situaci v provozu na pozemních komunikacích, svým schopnostem a svému zdravotnímu stavu,
- řídit se pravidly provozu na pozemních komunikacích dle zákona, pokyny policisty a pokyny osob oprávněných k řízení provozu na pozemních komunikacích,
- řídit se světelnými, případně i doprovodnými akustickými signály, dopravními značkami, dopravními zařízeními a zařízeními pro provozní informace.

Jak bylo zmíněno výše, člověk se může na komunikaci pohybovat v různých rolích, a to jako

- chodec,
- cyklista,
- řidič (včetně jezdců na zvířeti, vozků),
- spolujezdec,
- cestující ve veřejné dopravě.

Chodec

Chodec je označení pro osobu, která se pohybuje pomocí chůze. Chůze je lokomoční pohyb využívající dolní končetiny a je vlastní dvounohým (bipedálním) živočichům, jakým je i člověk. Umožňuje přemístění z jednoho místa na místo druhé. Chůze se skládá z jednotlivých kroků, kdy se pravidelně střídá jedna noha za druhou, čímž dochází k pohybu. Rychlost chůze člověk upravuje podle svého zdravotního stavu, motivace, terénu a dalších okolností. Obvyklá rychlost chůze zdravých dospělých osob na rovném terénu je kolem 5 km/h a v případě potřeby se může zvýšit asi až na 8 km/h.

V pravidlech silničního provozu je za chodce považována i osoba, která tlačí nebo táhne sáňky, dětský kočárek, vozík pro invalidy nebo ruční vozík o celkové šířce nepřevyšující 600 mm, pohybuje se na lyžích, kolečkových bruslích nebo obdobném sportovním vybavení, anebo pomocí ručního nebo motorového vozíku pro invalidy, vede jízdní kolo, motocykl o objemu válců do 50 cm³, psa a podobně (koloběžka je považována za jízdní kolo).

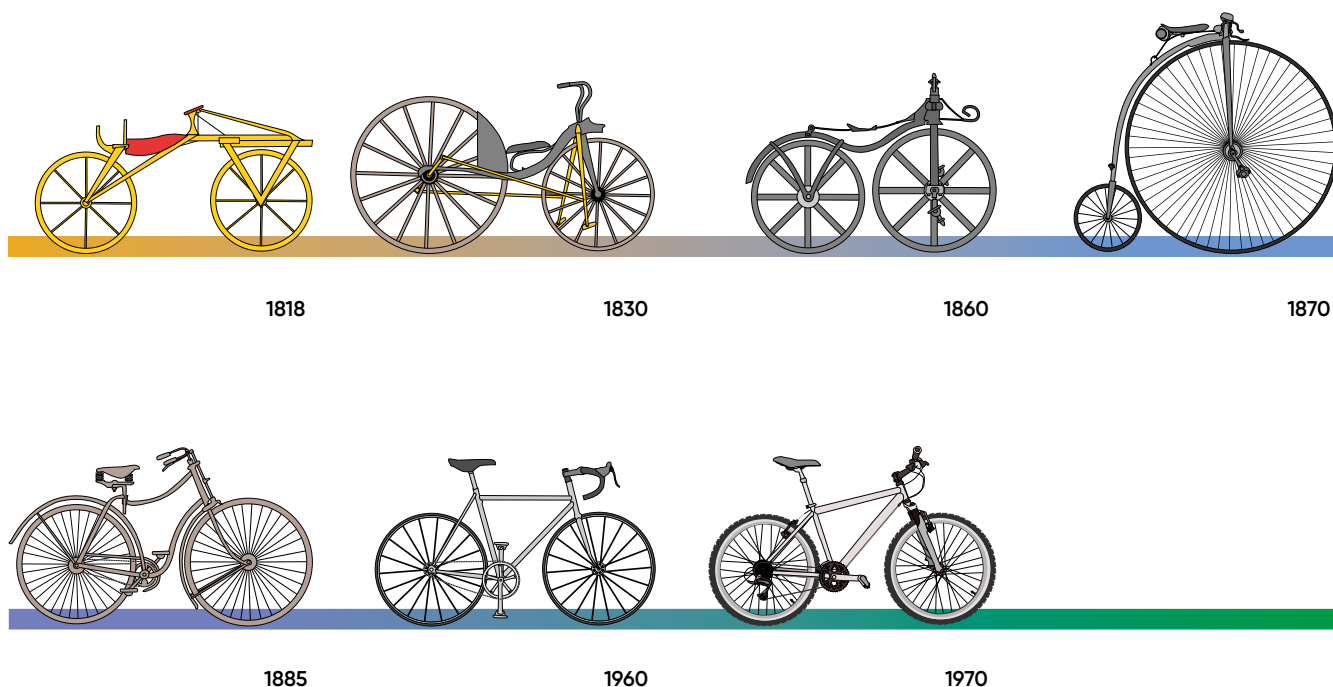
Cyklista

Cyklistou se označuje osoba, která se zabývá cyklistikou. Do cyklistiky se zahrnuje nejen jízda na jednostopých jízdních kolech, ale i na jednokolkách,

tříkolkách, čtyřkolkách, lehokolech a podobných vozidlech na lidský pohon. Jízdní kola vznikla v 19. století (obr. 1.1) a jejich počet nyní celosvětově činí přibližně jednu miliardu. Kola jsou hlavním dopravním prostředkem v mnoha částech světa.

Řidič

Řidič ve smyslu pravidel silničního provozu [244] je osoba řídící motorové nebo nemotorové vozidlo nebo tramvaj. Řidič zpravidla sedí nebo stojí ve vozidle. Řidičem je i jezdec na zvířeti. Motorová vozidla jsou zejména osobní a nákladní automobily, motocykly, autobusy a trolejbusy, různá speciální vozidla a pojízdné pracovní stroje. Mezi nemotorová vozidla řadíme například jízdní kola, potahová vozidla nebo ruční vozíky. Každý řidič se musí při výkonu řízení řídit pravidly silničního provozu. K řízení motorových vozidel je třeba řidičské oprávnění, řídit motorové vozidlo bez příslušného oprávnění je trestné. Pro řidiče některých typů vozidel je užíváno zvláštní označení, například cyklista, vozka nebo řidič tramvaje.



Obr. 1.1 Vývoj jízdního kola [379]



6

Intenzita dopravy

Luděk Bartoš, Jan Martolos, Aleš Richtr

6.1 Používané veličiny intenzity dopravy

6.1.1 Intenzita dopravy

Intenzita dopravy je počet silničních vozidel, cyklistů nebo chodců, který projede nebo projde určitým profilem pozemní komunikace nebo jeho částí za zvolené časové období. Je základní veličinou vyjadřující o dopravním významu pozemní komunikace a její funkci. Vyjadřuje skutečné využívání pozemní komunikace vozidly, cyklisty nebo chodci. Používá se proto jako vstupní hodnota při posuzování výkonnosti, resp. kapacity pozemních komunikací.

Intenzitu dopravy je možné zjistit pomocí dopravního průzkumu, během něhož se zaznamenávají jednotlivá vozidla projíždějící určitým příčným řezem komunikace, případně i procházející chodci.

Intenzity dopravy jsou využívány při koncepcích rozvoje komunikační sítě, při navrhování komunikací, při úvahách o rozdělení finančních prostředků na opravy a rekonstrukce pozemních komunikací, výpočtech kapacity, výpočtech vlivů dopravy na životní prostředí, při stanovování prognózy dalšího vývoje a v řadě dalších oblastí.

V dopravně-inženýrské praxi jsou využívány zejména tyto veličiny:

- denní intenzita dopravy,
- hodinová intenzita dopravy,
- intenzita dopravy v jiné časové době (např. podíl jízd v denním a nočním období pro hlukové výpočty).

Pro vyjádření intenzity vozidel se používá jednotka voz/h, resp. voz/den, pro intenzitu chodců ch/h, resp. ch/den.

Výhledovou intenzitu dopravy, která je návrhovou veličinou pro dopravní plánování, stanovujeme pomocí prognózy (viz kapitola 9).

6.1.2 Denní intenzita dopravy

Denní intenzita dopravy je intenzita dopravy za 24 hodin (0:00-24:00) a její hodnota se vyjadřuje jednotkou voz/den.

Základní veličinou používanou například v celostátním sčítání dopravy je **roční průměr denních**

intenzit (RPDI), který je definován jako aritmetický průměr denních intenzit dopravy všech dnů v roce (tj. včetně víkendů a státních svátků).

Při tvorbě dopravních modelů měst, které více zohledňují provoz v pracovní dny, nachází uplatnění spíše **roční průměr denních intenzit v pracovní dny (RPDI^{PD})**, který je aritmetickým průměrem denních intenzit dopravy všech pracovních dnů v roce. V praxi je možné se setkat i s dalšími specifickými veličinami denní intenzity dopravy (víkendová, páteční, v době státních svátků apod.).

6.1.3 Hodinová intenzita dopravy

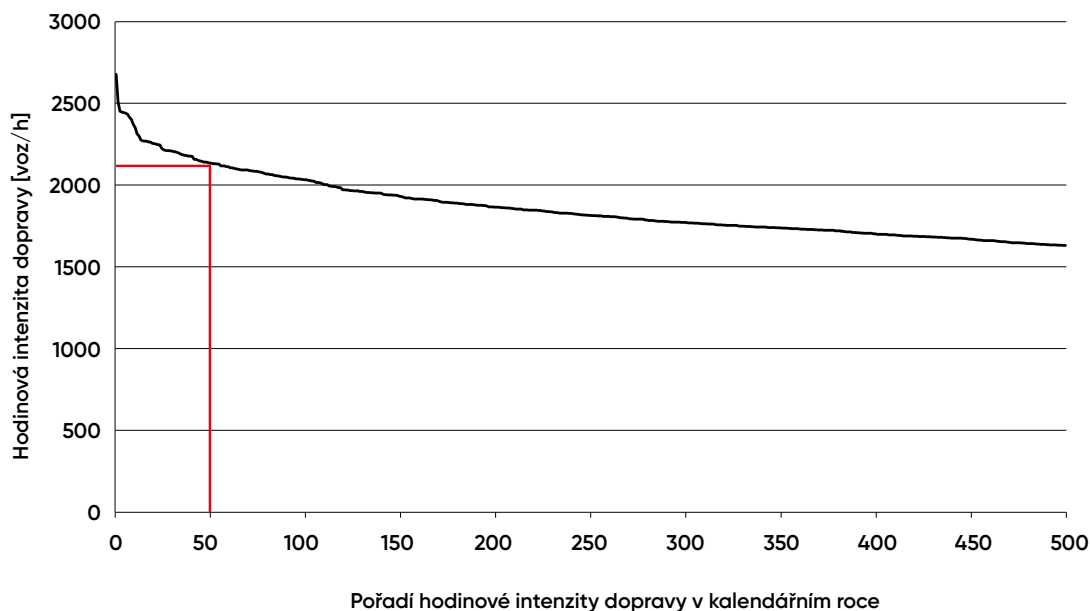
Hodinová intenzita dopravy je intenzita dopravy za 60 minut a její hodnota se vyjadřuje jednotkou voz/h. Tato veličina nachází uplatnění zejména při posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací. Nejčastěji se setkáváme s veličinami:

- padesátirázová intenzita dopravy,
- intenzita špičkové hodiny.

Padesátirázová intenzita dopravy

Padesátirázová intenzita dopravy je definována jako 50. nejvyšší hodnota hodinové intenzity dopravy v kalendářním roce. Jedná se tedy o hodnotu hodinové intenzity, která je dosahována nebo překročena po 50 hodin v roce (viz obr. 6.1).

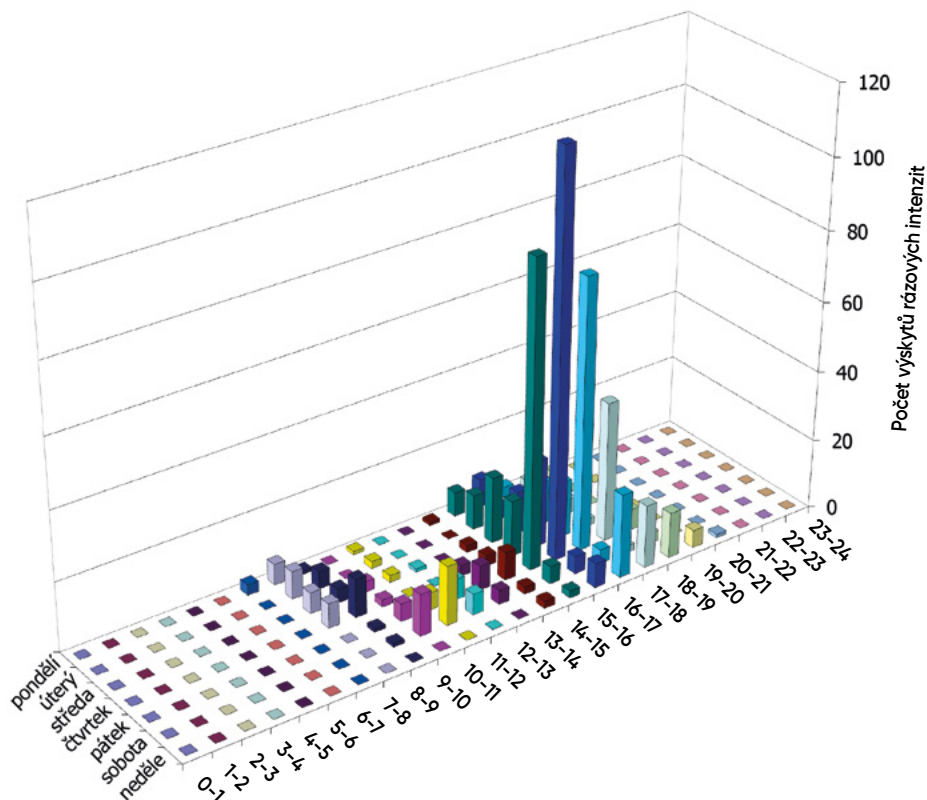
Na většině pozemních komunikací s běžným provozem dosahuje hodnoty 10 až 12 % z RPDI. Na komunikacích s odlišným charakterem provozu (např. rekreační oblasti) může dosahovat až hodnoty 17 % z RPDI. Pro dopravně-inženýrskou praxi je důležité vědět, kdy padesátirázová intenzita nastává a kdy je možné její hodnotu zjistit dopravním průzkumem. Při práci na výzkumném projektu [234] byla analyzována data (hodinové intenzity dopravy za 365 dní v roce) na celkem 34 stanovištích automatických detektorů (8 stanovišť se nacházelo na dálnicích, 16 na silnicích I. třídy a 10 stanovišť bylo na silnicích II. třídy). Vzhledem k tomu, že výskyt hodiny, ve které nastává padesátirázová intenzita je náhodný jev, byly do výběru zahrnuty také hodnoty 40. až 60. nejvyšší intenzity v roce (rozptyl mezi těmito hodnotami na jednom stanovišti je velice malý). Celkem tak bylo získáno 34×21 , tj. 714 hodnot. Rozložení výskytu těchto



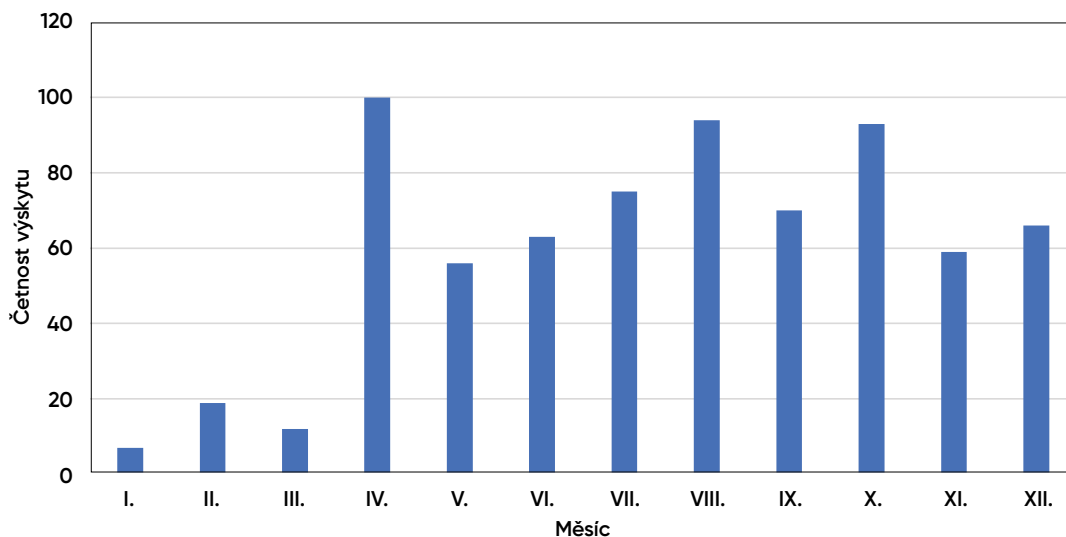
Obr. 6.1 Příklad nejvyšších hodinových intenzit v roce na stanovišti dálnice D1, km 208 s vyznačením padesátirázové intenzity dopravy (vozidla celkem, směr Olomouc) [411]

hodin v jednotlivých dnech a hodinách týdne během jednoho kalendářního roku je zřejmé z obr. 6.2. Pokud sledujeme četnost výskytu hodin se 40–60rázovými intenzitami v jednotlivých měsících (viz obr. 6.3) vidíme, že nejčastější je jejich výskyt v měsících duben (souvisí se zvýšenou dopravou o velikonočních svátcích), srpen a říjen. V zimních měsících

(leden–březen) jsou intenzity dopravy nižší a hodiny s nejvyššími intenzitami většinou nenastávají. Z grafů na obr. 6.2 a 6.3 vyplývá, že nejčastější výskyt 50rázové hodinové intenzity je v pátek odpoledne v době dopravní špičky. Pokud tedy provedeme dopravní průzkum intenzit dopravy v páteční odpoledne v období duben až říjen, můžeme maximální



Obr. 6.2 Četnost výskytu hodin se 40–60rázovými intenzitami dopravy v průběhu týdne [411]



Obr. 6.3 Četnost výskytu hodin se 40-60rázovými intenzitami dopravy v jednotlivých měsících [411]

hodinovou intenzitu dopravy prohlásit za dobrou aproximaci padesátirázové intenzity dopravy na daném profilu komunikace. Podrobněji se provádění dopravních průzkumů věnuje kapitola 7.

Intenzita špičkové hodiny

Intenzita špičkové hodiny je definována jako nejvyšší hodinová intenzita dopravy běžného pracovního dne (úterý, středa, čtvrtek) v měsících duben, květen, červen, září nebo říjen. Na komunikacích s odlišným charakterem provozu (např. rekreační oblasti, nákupní centra) je nutno zvážit, zda rozhodující špičková hodina nenastává v jiné dny v týdnu (např. pátek, sobota, neděle) nebo v jiném období roku.

Na většině pozemních komunikacích s běžným provozem dosahuje hodnoty 8 až 11 % z RPD, resp. 7 až 9 % z denní intenzity běžného pracovního dne.

6.1.4 Intenzita dopravy v jiné časové době

V dopravně-inženýrské praxi jsou využívány i veličiny intenzity vztažené k odlišným časovým obdobím. Jako příklad lze uvést souhrnné intenzity v jednotlivých obdobích dne (denní, večerní, noční), které se používají při výpočtech hlukové zátěže v rámci posuzování vlivu automobilové dopravy na životní prostředí. Dalším příkladem může být kritérium účelnosti světelné signalizace na křižovatkách, kdy se posuzuje výkonnost křižovatky na průměrné intenzity dopravy z osmi nejzátěženějších hodin během dne.

6.2 Návrhová intenzita dopravy

Intenzity dopravy v průběhu dne, týdne i roku kolísají (viz kapitola 6.3) a nejvyšší hodnoty intenzity dopravy jsou většinou dosahovány výjimečně, a to v krátkém období roku, např. v nákupní špičce před vánočními svátky, ve spojitosti s nějakou sportovní či kulturní událostí apod. Z důvodu hospodárnosti proto nejsou pozemní komunikace kapacitně posuzovány na absolutní dopravní špičku, ale při jejich navrhování je přijímána filozofie, že v určitém období v roce může na komunikaci docházet k překročení požadované úrovně kvality dopravy, resp. k překročení kapacity (např. v případě padesátirázové intenzity dopravy se jedná o dobu 49 hodin z celkového počtu 8 760 hodin v roce).

Pozemní komunikace se navrhuje s ohledem na jejich dopravní význam a výhledová řešení podle územních plánů na návrhovou intenzitu dopravy. Návrhová intenzita dopravy je intenzita dopravy, na kterou je posuzována kapacita úseku nebo křižovatky. Podle ustanovení ČSN 73 6101 [275], ČSN 73 6102 [276] a ČSN 73 6110 [277] je za návrhovou intenzitu dopravy považována výhledová intenzita dopravy.

Příslušnou návrhovou intenzitou dopravy je:

- padesátirázová intenzita dopravy – pro silnice, dálnice a veřejně přístupné účelové komunikace ve volné krajině a pro průjezdní úseky silnic I. třídy v zastavěném území obcí,

- intenzita špičkové hodiny – pro místní komunikace a veřejně přístupné účelové komunikace v zastavěném i nezastavěném území obcí a pro průjezdné úseky silnic II. a III. třídy v zastavěném území obcí.

Návrhové období pro silnice a dálnice a úměrně významu i pro místní komunikace je podle ČSN 73 6101 [275] a ČSN 73 6110 [277] intenzita dopravy uvažovaná pro 20. rok po uvedení komunikace do provozu. Pro silnice I. třídy a dálnice se posuzuje i potřeba dalších jízdních pruhů pro 30. rok po uvedení do provozu pro případné ponechání územní rezervy. Pro návrh konstrukcí vozovek je stanoveno návrhové období 25 let. Jestliže se v průběhu návrhového období očekává vyšší intenzita dopravy, než je výhledová intenzita dopravy v posledním roce návrhového období, je třeba posoudit kapacitu komunikace i na tuto hodnotu a s ohledem na dopravní a ekonomické dopady tomu návrh uzpůsobit. Výhledová intenzita dopravy se pro příslušné návrhové období stanovuje přepočtem z výchozí intenzity zjištěné dopravním sčítáním, případně jinými metodami (využití matematických modelů komunikačních sítí) pomocí růstových koeficientů podle TP 225 [325].

6.3 Variace intenzit automobilové dopravy

Intenzita dopravy je veličina, jejíž hodnota se mění v průběhu času. Jiná je intenzita dopravy v noci, jiná ve dne, odlišný počet vozidel zaznamenáme v pracovní dny a v neděli.

Obecně se jedná o náhodnou veličinu. Analýza dat ukazuje, že i intenzita dopravy například ve dvou po sobě následujících stejných dnech (například středa a další středa za týden) se odlišuje (míra přirozené variability je cca 5 až 8 %).

Variace intenzit dopravy se udávají jako řada hodnot, a to buď v absolutních číslech (počet vozidel za jednotku času) nebo v číslech relativních (%).

Variace intenzit dopravy jsou pro každou pozemní komunikaci (každý profil) individuální, závisí na mnoha faktorech. Důležitými faktory, které variace intenzit dopravy ovlivňují, jsou:

- druh vozidla (jiné variace mají vozidla osobní, jiné vozidla nákladní, motocykly, cyklisté apod.),
- charakter provozu na komunikaci - daný zejména technickou kategorií komunikace (dálnice, silnice I. třídy apod.) a dále její funkcí (komunikace používaná pro pravidelnou dopravu do zaměstnání, komunikace v rekreačních oblastech apod.).

Obvykle se sledují změny intenzity dopravy (variace intenzit dopravy):

- denní,
- týdenní,
- roční.

6.3.1 Denní variace intenzit dopravy

Denní variace intenzit dopravy se uvádí jako řada hodinových intenzit dopravy (počet vozidel za hodinu) v průběhu jednoho dne (od 0 h do 24 h), tj. řada 24 hodnot.

Na obr. 6.4 jsou uvedeny denní variace intenzit dopravy na typickém stanovišti ve městě (Plzeň), v běžný pracovní den, jarní období, pro vozidla celkem. Pro další výpočty je výhodné vyjádřit variace intenzit dopravy jako řadu relativních hodnot, kdy 100 % je zjištěná intenzita dopravy za celý den. Takto vyjádřené variace intenzit dopravy jsou zobrazeny na obr. 6.5. Relativní vyjádření variací intenzit dopravy umožňuje srovnat hodnoty na komunikacích s různou absolutní hodnotou intenzity dopravy a používá se při přepočtech intenzit dopravy (např. určení špičkové hodiny z celodenních intenzit).

Pro účely dopravně-inženýrských posouzení uvádí některá města průměrné variace intenzit dopravy na komunikační síti. Na obr. 6.6 jsou denní variace intenzit dopravy v Praze za rok 2021 [220].

Některé rozdíly v denních variacích intenzit dopravy jsou patrné z následujících obrázků:

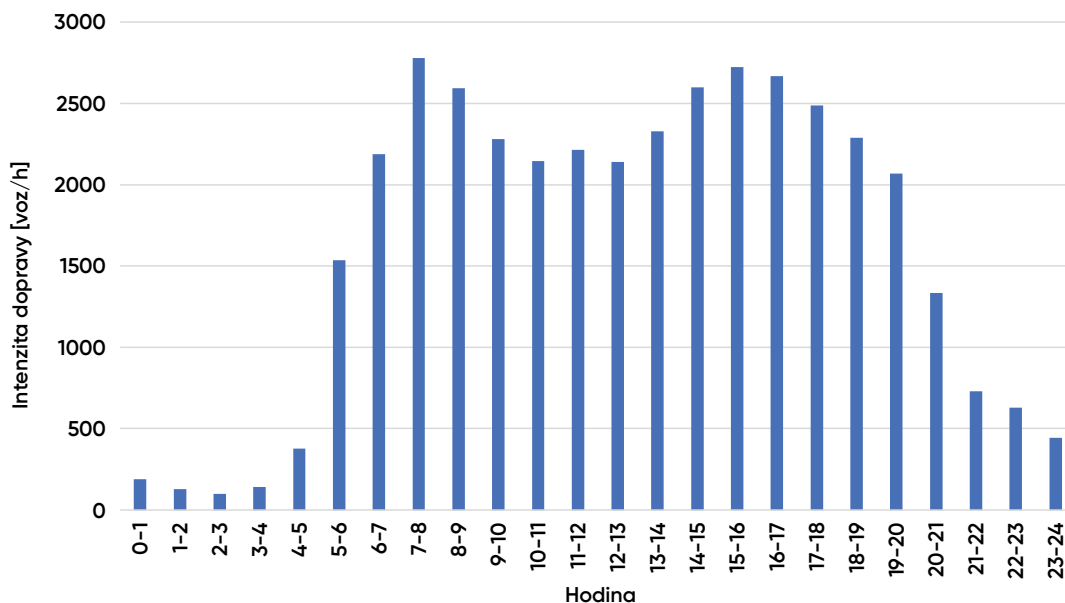
- Variace intenzit dopravy (obr. 6.4 až 6.6) jsou v běžné pracovní dny (úterý, středa, čtvrtek) velmi podobné. Vysoká intenzita dopravy (pro vozidla celkem) je na většině komunikací v době 7:00–9:00 (ranní dopravní špička a hodinová intenzita dopravy tvoří 6 až 8 % z celodenní

intenzity dopravy), v odpoledních hodinách nastává dopravní špička obvykle v době 15:00–17:00 a hodinová intenzita dopravy tvoří 6 až 8 % z celodenní intenzity dopravy.

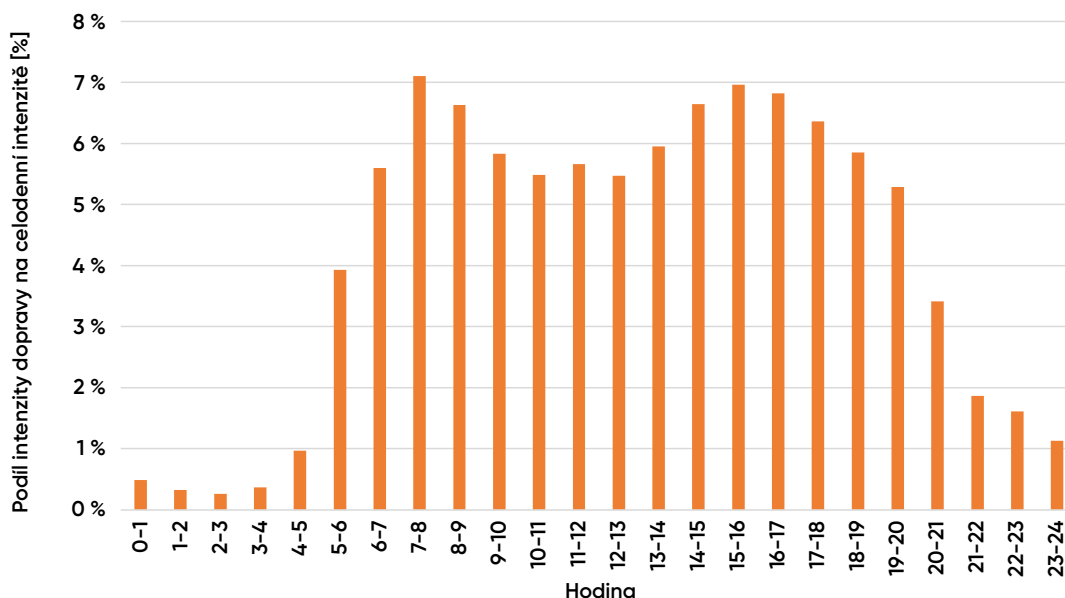
- Jak je patrné z obr. 6.7 variace intenzity dopravy jsou pro jiné dny v týdnu odlišné. V pondělí bývá ranní dopravní špička nepatrně vyšší než v běžný pracovní den. Naopak v pátek je mírně vyšší odpolední špička. Odlišné variace intenzit dopravy jsou v sobotu a neděli.
- Variace intenzit dopravy se liší také podle druhů vozidel. Z obr. 6.8 je zřejmé, že u osobních vozidel jsou výraznější ranní a odpolední dopravní špičky, naopak nákladní vozidla mají během dne průběh vyrovnanější (a to ještě více

na dálnicích, kde například nákladní soupravy mají poměrně vysoké hodnoty intenzit dopravy také v nočních hodinách).

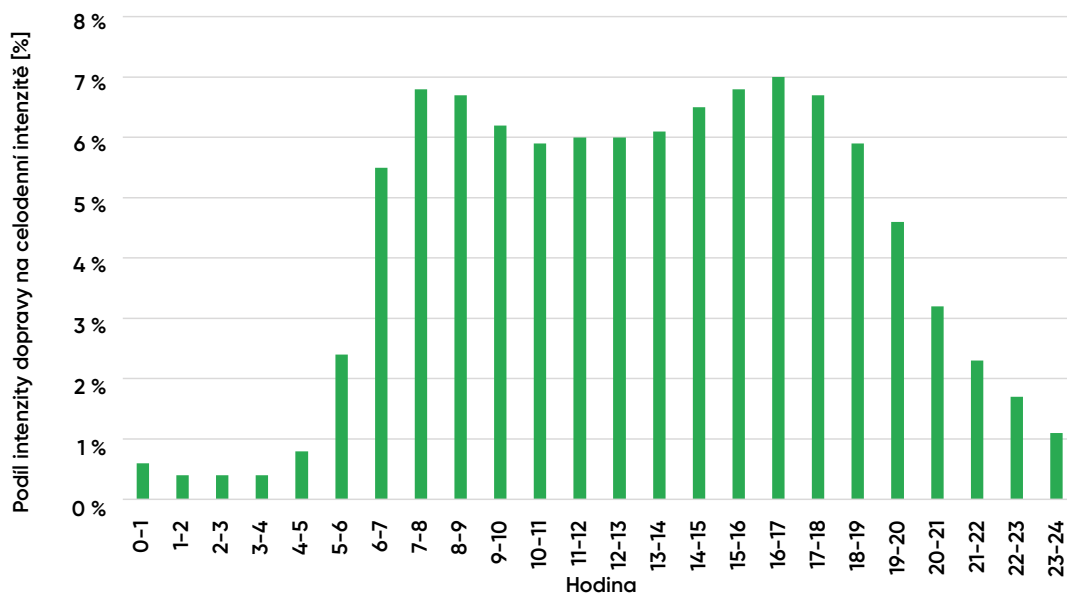
Dále se variace intenzit odlišují podle charakteru provozu na komunikaci (jiné jsou na komunikaci v blízkosti velkých měst a jiné na dálnici, či na komunikaci v rekreačních oblastech). Denní variace intenzit se také mírně odlišují v závislosti na ročním období. Variace intenzit ovlivní také mimořádná situace na komunikaci nebo v jejím okolí – uzavírky, omezení (včetně dopravních nehod), dny volna v ČR i zahraničí (například ovlivní dálkovou kamionovou dopravu), významné sportovní nebo kulturní akce.



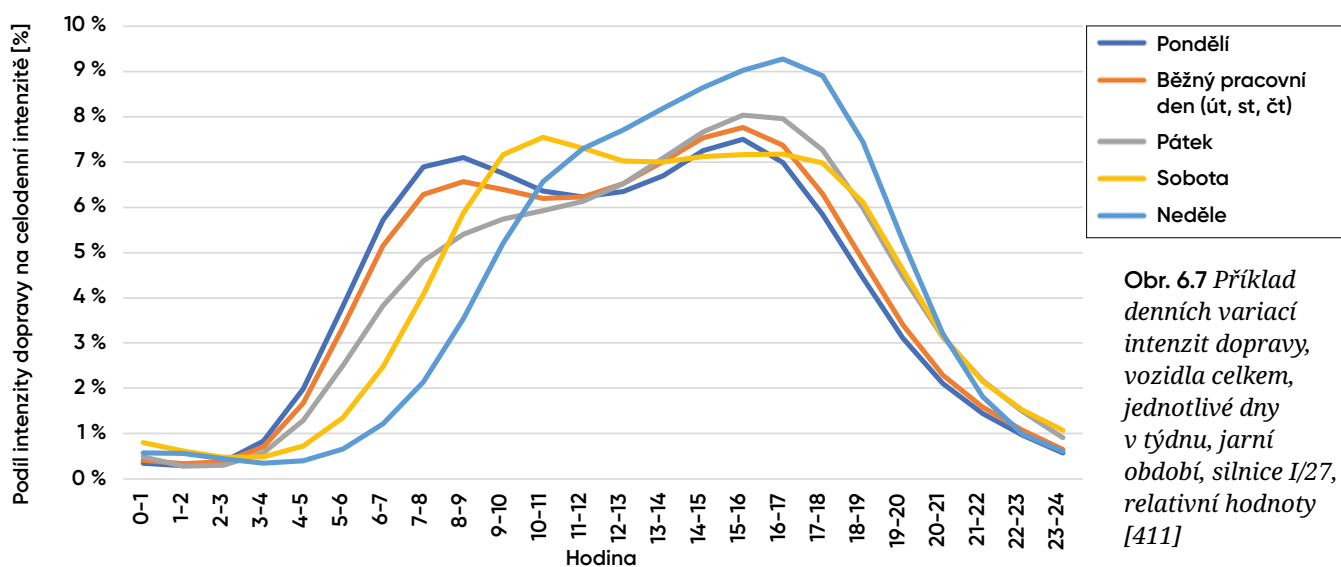
Obr. 6.4 Denní variace intenzit dopravy, absolutní hodnoty, příklad (Plzeň, silnice I/26, U Prazdroje, oba směry dohromady, vozidla celkem, středa 12. 10. 2022) [411]



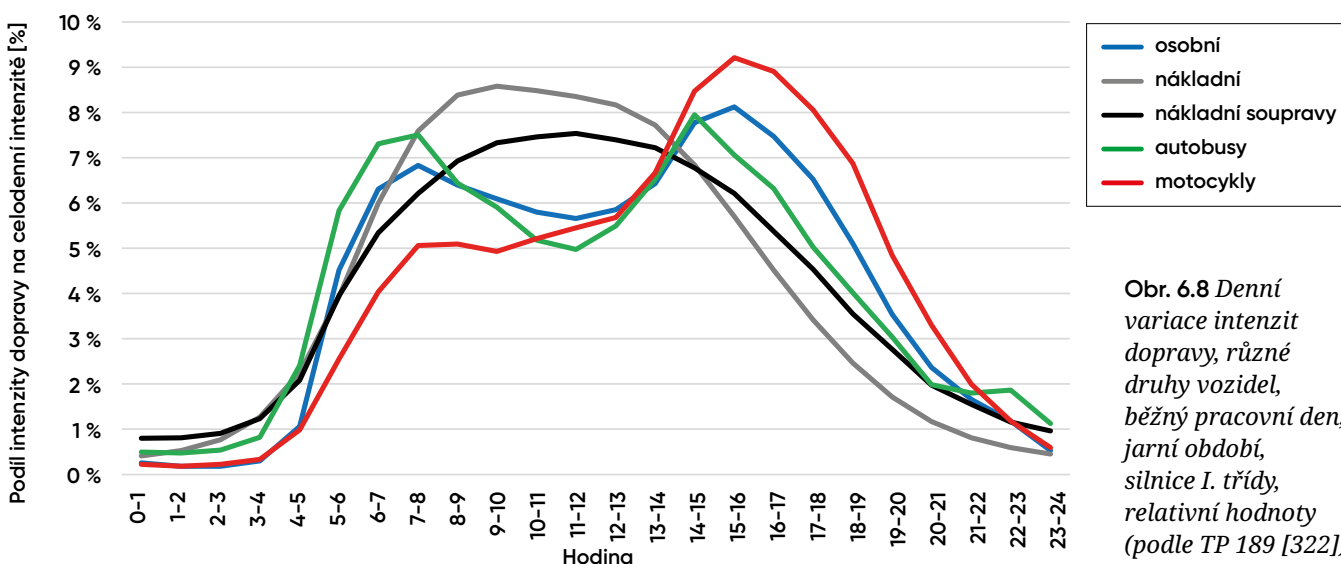
Obr. 6.5 Denní variace intenzit dopravy, relativní hodnoty, příklad (Plzeň, silnice I/26, U Prazdroje, oba směry dohromady, vozidla celkem, středa 12. 10. 2022) [411]



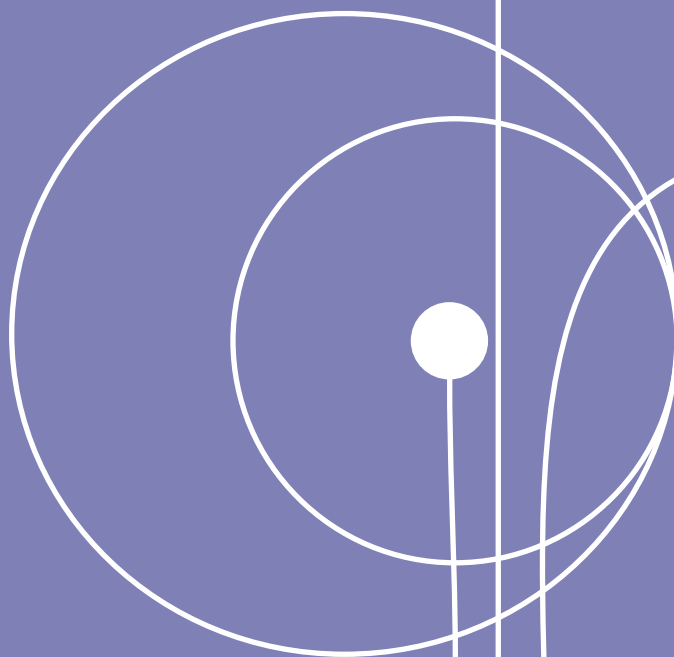
Obr. 6.6 Průměrné denní variace intenzit dopravy v pracovní dny na komunikacích v Praze, vozidla celkem, relativní hodnoty, rok 2021 [220]



Obr. 6.7 Příklad denních variací intenzit dopravy, vozidla celkem, jednotlivé dny v týdnu, jarní období, silnice I/27, relativní hodnoty [411]



Obr. 6.8 Denní variace intenzit dopravy, různé druhy vozidel, běžný pracovní den, jarní období, silnice I. třídy, relativní hodnoty (podle TP 189 [322])



10

Modelování dopravy

Martin Varhulík, Zuzana Volfová

10.1 Účel dopravního modelování

Dopravní modely představují nenahraditelný nástroj pro hodnocení dopadů plánované dopravní infrastruktury i dalších staveb ve městech a regionech. Jedná se nejen o dopady na dopravní toky v území, ale také dopady environmentální (hodnocení vlivů na životní prostředí) a ekonomické (analýza nákladů a přínosů). S pomocí modelu dopravy, je-li dobře zpracován, lze zjistit, jaká varianta rozvoje dopravy je pro dané město/region optimální. Pomocí podrobných dopravních mikromodelů lze posoudit, zda je vyprojektované řešení křižovatek z pohledu kapacity a kvality dopravy vyhovující, nebo nikoli.

Hlavními uživateli výsledků dopravních modelů jsou především státní správa, městské a krajské úřady, neboť ty jsou odpovědné za rozvoj dopravy v daném městě nebo regionu. Výstupy z dopravního modelování používají i soukromé subjekty např. k prokázání funkčnosti navrženého řešení z pohledu kapacity křižovatek při plánované realizaci nového záměru.

V České republice není povinnost používání dopravních modelů pro prognózu intenzit nebo kapacitní posouzení právně závazná, nebo dokonce určená jako primárně použitelná metoda. Prognóza intenzit za pomoci zpracování dopravního modelu je však například zakotvena v metodice pro přípravu Plánů udržitelné mobility měst České republiky nebo v Prováděcím pokynu pro hodnocení efektivnosti projektů dopravní infrastruktury (Ministerstvo dopravy). V případě mikroskopických modelů, používaných pro kapacitní posuzování křižovatek, je tato metoda technickými podmínkami pouze doporučena, nikoliv vyžadována. Požadavky na zpracovaný dopravní model však nejsou nikde blíže specifikované a ve většině případů záleží pouze na zkušenostech zpracovatele modelu, jaké parametry v něm zohlední a jaký způsob výpočtu dopravního modelu zvolí.

Druhy dopravních modelů

Rozdělení modelů dle rozsahu a míry jejich podrobnosti*:

a) Makroskopické simulační modely

Makroskopické modely se vyskytují ve dvou modelových variantách – jako tzv. modely dynamiky dopravních toků, které bývají používány především pro simulaci a řízení dálniční dopravy a jako dopravně-plánovací modely, tzv. modely cestovního času, kde odpor trasy je modelován jako funkce zatížení na trase. Obě modelové varianty se zabývají dopravními proudy bez jejich členění na jednotlivé součásti (vozidla). Popis dopravního provozu probíhá prostřednictvím agregovaných proměnných jako dopravní zatížení meziúsekových úseků nebo průměrná rychlost dopravy na daném meziúsekovém úseku. Vztahy mezi agregovanými veličinami cestovního času, rychlosti, intenzity a hustoty dopravního proudu jsou obvykle formulovány matematickými vztahy (fundamentální diagram).

b) Mezoskopické simulační modely

K této skupině řadíme modely, při kterých jsou sice zohledňována jednotlivá vozidla a jejich pohyb silniční sítí, avšak pohyby vozidel jsou kromě makroskopických souvislostí popisovány bez zohlednění interakce mezi jednotlivými vozidly.

c) Mikroskopické simulační modely

Jednotlivá vozidla, ze kterých je složený dopravní proud v této modelové skupině, tvoří nejmenší elementy systému. V simulaci se zohledňují rovněž individuální vlastnosti různých vozidel a řidičů stejně jako interakce mezi vozidly. Pravidla, na základě kterých se vozidla v modelu pohybují a vzájemně reagují (např. volba rychlosti či jízdního pruhu), jsou daná ve formě výpočtových algoritmů. Mikroskopické modely jsou potenciálně přesnější než makroskopické a umožňují reprezentaci detailnějších problémových úloh.

* Zvláštním typem je tzv. multiagentní modelování – při multiagentním modelování se model skládá z velkého množství objektů s autonomním chováním, které právě tímto chováním a uplatněním svých vzájemných vazeb vytvářejí globální charakteristiku celku. Dochází tedy ke vzájemnému propojení makromodelu a mikromodelů.

d) Hybridní modely

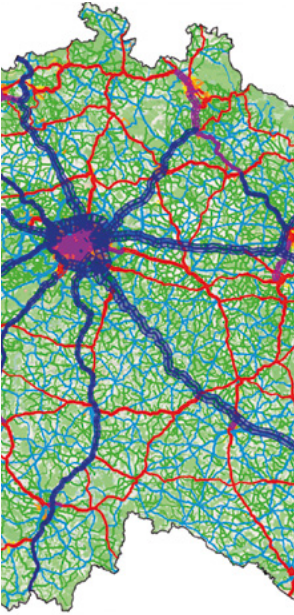
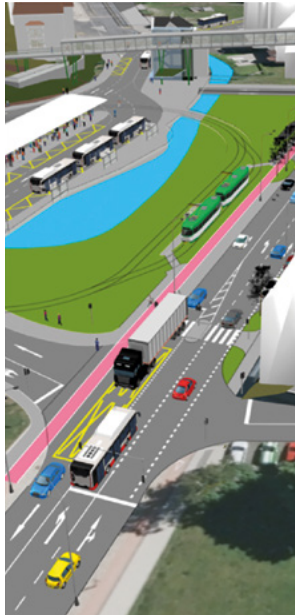
Do této skupiny se řadí modely, které vykazují znaky mikroskopických i makroskopických modelů. Jsou to např. modely, ve kterých je doprava v různých místech modelu interpretována jiným způsobem (např. makroskopické zobrazení meziuzlových úseků ve spojení s mikroskopickým pojetím chování v odbočovacích manévrech v navazujících uzlech).

e) Submikroskopické simulační modely

Submikroskopické simulační modely modelují

stav vozidla podrobněji než v rovině řidič-vozidlo. Těmito modely tak mohou být zobrazovány např. i motor a hnací ústrojí. Vyznačují se mimořádně vysokým stupněm detailnosti a s tím spojenými vysokými nároky na čas potřebný k sestavení modelu a vstupní modelová data.

Hierarchie dopravních modelů z pohledu rozsahu, podrobnosti a modelovaného období je uvedena v tabulce na obr. 10.1.

MAKROSKOPICKÉ MODELKY	MEZOSKOPICKÉ MODELKY	MIKROSKOPICKÉ MODELKY
		
Rozsah dopravního modelu		
Odpovídají zpravidla velikosti regionu (okres, kraj, republika...).	Odpovídají zpravidla velikosti města nebo menšího regionu.	Odpovídají zpravidla velikosti menší části města nebo koridoru.
Podrobnost dopravního proudu		
Modeluje se dopravní proud jako celek, při rozlišení na jednotlivé kategorie vozidel.	Modeluje se dopravní proud jako celek, při rozlišení na jednotlivé kategorie vozidel.	Dopravní proud se skládá z jednotlivých vozidel, která mají individuální parametry chování.
Modelované období		
Modelované období je převážně celodenní intenzita dopravy, případně intenzita ve špičkové hodině.	Modelované období je převážně celodenní intenzita dopravy, případně intenzita ve špičkové hodině.	Simulované období ve většině případů odpovídá špičkové hodině a model obsahuje nasycovací úsek před tímto obdobím.

Obr. 10.1 Hierarchie dopravních modelů [439]

Je nutno zdůraznit, že uvedené hranice mezi jednotlivými kategoriemi modelů jsou pouze orientační a jednotlivé typy dopravních modelů se mohou navzájem překrývat. V praxi jsou obvykle jednotlivé úrovně modelu provázané – základní makromodel slouží jako zdrojový pro vytvoření podrobnějšího mezoskopického modelu a ten zase poskytuje vstupy pro mikroskopický model.

Rozdělení modelů podle počtu dopravních módů

- Unimodální modely posuzují pouze jeden dopravní mód. Jako unimodální jsou v současné době řešeny především modely silniční dopravy (příp. silniční nákladní dopravy) nebo modely VHD.
- Multimodální modely posuzují více než jeden dopravní mód a zachycují tak změny dopravní poptávky v důsledku konkurence jednotlivých dopravních módů.

Dopravní modely jsou často v praxi zpracovávány jako multimodální a v případě potřeby je možné je rozdělit do několika unimodálních modelů, např. z důvodu rychlosti výpočtů či testování variant.

Rozdělení modelů podle času

- Statické modely neuvažují dynamiku v čase. Statické modely počítají dopravní objemy (intenzity) za předem daný časový interval.
- Dynamické modely se naopak v čase vyvíjejí a některé jejich vlastnosti se mohou s časem měnit. Používají se pro analýzy jevů, které se mění v krátkých časových intervalech.

10.2 Makroskopické modely

Makroskopické modely pokrývají velká území na úkor zobrazení detailů. Jedná se obecně o multimodální modely, zkoumající zejména dopravní proud zahrnující i určitou míru křižovatkového zpoždění na trasách. Pro výpočty požadovaných hodnot (zpoždění, cestovní čas atd.) jsou použity matematické vzorce a algoritmy. Tradičně se jednalo o deterministické modely, ale v současné době se používají i stochastické aplikace.

Jedná se o modely s nižší detailností (s vyšším stupněm abstrakce), kdy interakce mezi vozidly neovlivňuje výsledek simulace. Abstrakce znamená zanedbání nebo zobecnění méně významných částí sítě, což nijak nesnižuje prospěšnost a kvalitu modelu pro účel, pro který je určen. Makroskopické modely poskytují spolehlivější a reálnější údaje v hromadných a shrnujících výsledcích např. intenzity, hustoty nebo rychlosti dopravních proudů, environmentálních posouzení velkých dopravních projektů, prognózování individuální a nákladní poptávky, pro veřejnou hromadnou dopravu, nebo řešení mýtných systémů. Nejvýhodnější je použití pro rozsáhlé sítě a dlouhá časová období (dopravní modely krajů, států).

Typickými příklady multimodálních makroskopických modelů jsou modely nákladní dopravy, kde se kromě silniční dopravy modeluje i doprava železniční nebo vodní, dále modely dopravy ve městě, kde se obyvatelé rozhodují mezi automobilovou dopravou, městskou hromadnou dopravou, chůzí či jízdou na kole.

Multimodální model tedy porovnává nabídku jednotlivých dopravních módů prostřednictvím ukazatele generalizovaných nákladů cesty. V případě osobní dopravy tento ukazatel kombinuje údaje o cestovní době, mýtném/poplatecích za cestu, nákladech na pohonné hmoty, přestupech a čekání na nich (z čehož vychází vnímaná cestovní doba). V případě nákladní dopravy může do výpočtu vstupovat např. i citlivost zboží na čas a náklady překladiště/terminálu. Výsledkem je komplexní ukazatel, který slouží pro rozhodování účastníků dopravy při volbě trasy, volbě destinace i volbě dopravního módu. Na základě těchto vstupů model vypočte intenzity dopravy v jednotlivých dopravních módech a stanoví objem převedených osob a zboží mezi nimi.

Tvorba dopravního modelu se skládá z několika dílčích kroků, které na sebe navazují:

1. Definice účelu dopravního modelu

Účel dopravního modelu vychází z charakteru studie, pro kterou je model vytvářen. Účel by měl být výsledkem dohody zástupců politické reprezentace (zadavatel modelu), odborníků z dopravně-plánovací praxe (uživatelé modelu) a specialistů na dopravní modelování (tvůrci modelu).

2. Parametry modelu (prostorový, časový a modální rozsah modelu)

Z účelu modelu jsou odvozeny parametry modelu (územní rozsah, práce s časem, zonální struktura, dopravní módy, jednotky dopravní poptávky atd.). V praxi mohou kroky 1 a 2 probíhat paralelně nebo se několikrát opakovat.

3. Vstupní data

Parametry modelu definují strukturu a rozsah potřebných vstupních dat, jejichž sběr nebo vytvoření (pokud nejsou k dispozici) musí proběhnout ještě před realizací samotného dopravního modelu (tj. krokem č. 4). Sběr a tvorba dat představují z časového i finančního hlediska nejnáročnější část tvorby modelu.

4. Tvorba dopravního modelu

Jedná se o specializovanou a metodicky přesně ukotvenou činnost, která je popsána v dalších kapitolách.

5. Kalibrace

Vytvořený dopravní model je kalibrován podle empiricky naměřených údajů. Kalibrace modelu je vysoce specializovaná činnost a následuje po každém kroku tvorby dopravního modelu. Obecně vzato lze říci, že je součástí předchozího kroku (tvorba dopravního modelu).

6. Validace

Kalibrovaný dopravní model je prostřednictvím validace testován, zda poskytuje relevantní výsledky vzhledem ke skutečnosti. Testování se provádí oproti nezávisle získané množině dat (např. měřené intenzity dopravy), přičemž data použitá pro validaci by měla být jiná než data využitá pro kalibraci. Výsledky validace jsou kritériem kvality modelu.

7. Predikce

Model validovaný pro současný stav může být využit jako výchozí podklad pro predikci vývoje dopravy v nulovém (vývoj situace bez opatření) nebo návrhovém scénáři.

10.2.1 Účel a využití dopravního modelu

Před samotným začátkem modelování je zapotřebí znát, pro jaký účel je dopravní model vytvářen, tedy zjednodušeně řečeno, jaké jsou požadavky na výstupy z modelu. Podle těchto požadavků jsou definovány

vstupní parametry modelu. Níže jsou popsány nejčastější účely dopravních modelů, které jsou v praxi využívány. Modely dopravy jsou často tvořeny pro více účelů zároveň a mohou být znovu použity pro další činnost, jsou-li vlastnická a přístupová práva k modelu správně nastavena. Je však takřka nemožné spravovat jeden model, který by zachycoval všechny vztahy od makroúrovně po mikroúroveň. Příklady nejčastějších dopravních modelů:

- model pro strategické a koncepční dokumenty (SUMP - Sustainable Urban Mobility Plan, územní plán, generel dopravy),
- model pro posouzení pozemní komunikace (obchvaty měst, přivaděče, uzavírky),
- model jako podklad pro EIA (parametry pro výpočet emisní a hlukové zátěže),
- model jako podklad pro ekonomické hodnocení (intenzity pro HDM-4),
- model pro optimalizaci systému veřejné i individuální dopravy (na úrovni měst i regionů),
- model pro zpracování studie proveditelnosti (silničních i železničních staveb).

10.2.2 Parametry dopravního modelu

Na základě stanoveného účelu dopravního modelu navrhuje jeho tvůrce soubor parametrů dopravního modelu. Zpravidla se jedná o rozsah modelovaného území, zonální strukturu, modelované dopravní módy, segmentaci modelované populace, časové období a software. Složitost a podrobnost dopravního modelu vychází vedle účelu především z dostupnosti zdrojových dat.

Adekvátní složitost modelu lze definovat takto: příliš zjednodušený nebo příliš složitý model bude poskytovat slabé výsledky. Příliš zjednodušený model obvykle nereflektuje všechny hlavní dopady modelovaného jevu nebo je reflektuje velmi zjednodušeným způsobem. Příliš složitý model poskytuje výsledky, u kterých modelář není schopen zjistit, zda jsou validní. Zároveň je třeba počítat s ekonomickou efektivitou modelu s ohledem na jeho účel.

10.2.2.1 Rozsah zájmového území

Zájmové území dopravního modelu musí zahrnovat oblast, ve které se mohou projevit významné změny



Obr. 10.2 Síť pozemních komunikací v různém detailu [447]

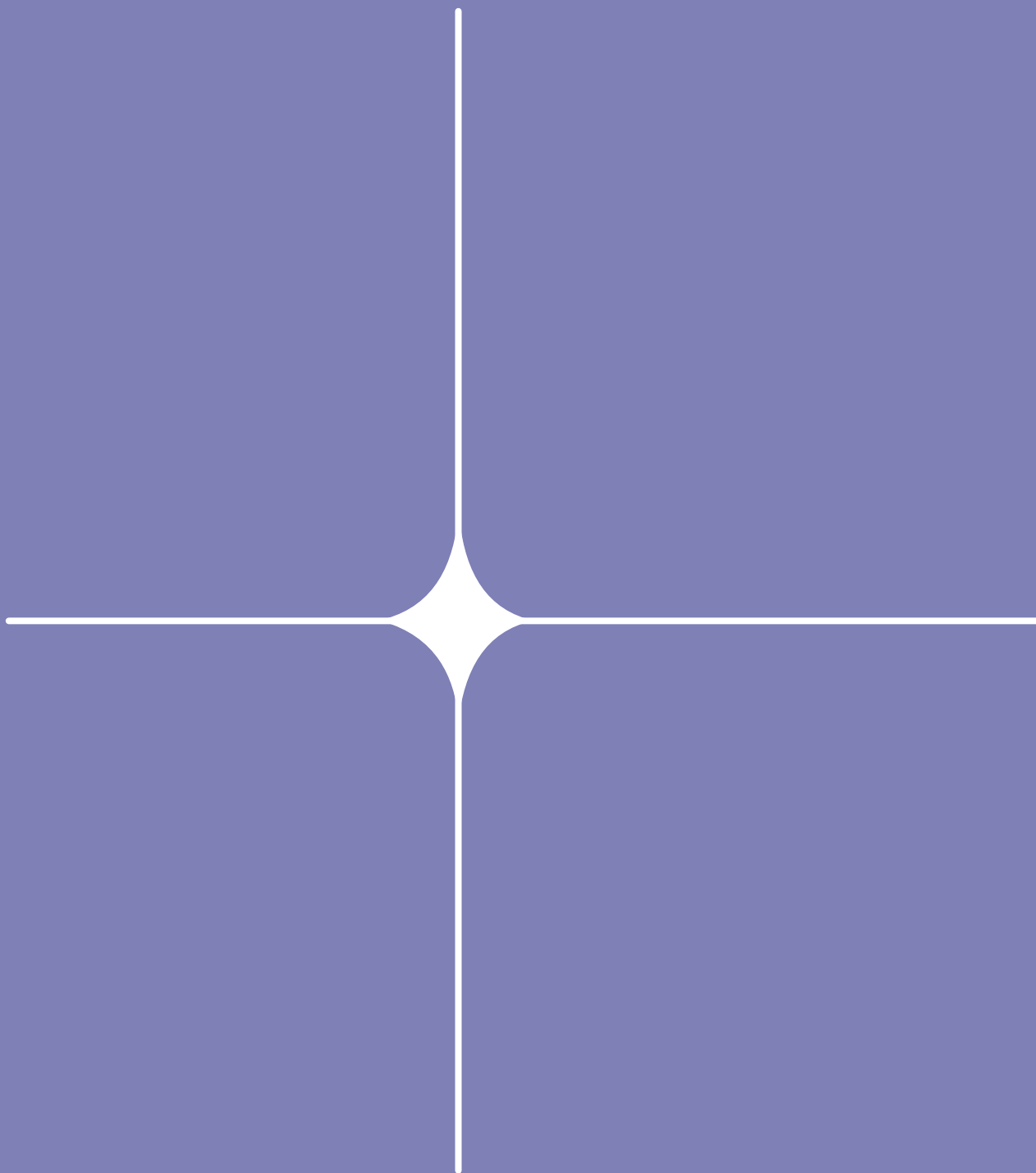
v přepravních vztazích na základě opatření hodnocených dopravním modelem. Ovlivnění sítě posuzovaným opatřením či stavbou lze samozřejmě očekávat i mimo toto zájmové území, mělo by však být minimální. Z tohoto důvodu by model měl zahrnovat i okolní území, i když v nižší podrobnosti (obr.10.2).

V případě všeobecných multimodálních modelů regionální či městské velikosti lze využít metodiku vymezení vztahově uzavřených funkčních regionů (tzv. Travel-To-Work-Areas TTWA), což jsou území či přesněji regiony vymezené na základě uzavřenosti prostorových vztahů pracovní dojíždky. Algoritmus výpočtu regionu lze provést pro libovolnou úroveň vztahové uzavřenosti. Pokud je tedy region vymezen na úrovni vztahové uzavřenosti rovné 80 %, znamená to, že v rámci vymezeného regionu je 80 % vztahů pracovní dojíždky realizováno v rámci tohoto regionu a pouze 20 % vztahů směřuje mimo tento region. Podobný princip vymezování zájmového území pro dopravní model je doporučen i v rámci metodiky pro zpracování SUMP.

V případě specifitěji zaměřených modelů (např. posuzování záměrů výstavby nových pozemních komunikací) v praxi postačuje vymezit takové území, které zachycuje hlavní přepravní vztahy týkající se daného záměru.

10.2.2.2 Zonální struktura

Zóny v dopravním modelu jsou oblasti, které popisují část reálného světa z hlediska využití území a umístění na komunikační síti. V makroskopických modelech se užívá zonální struktury zpravidla na úrovni existujících administrativních jednotek (např. území obcí, ZSJ – základní sídelní jednotky, statistické obvody apod.), za které je možné zjistit základní socioekonomické ukazatele (počet a struktura obyvatel, počet pracovních příležitostí apod.). Zonální struktura by měla být stanovena na takové územní podrobnosti, aby zachytila změny v přepravních vztazích, které nastanou na základě vlivu posuzovaných opatření a záměrů hodnocených dopravním modelem.



13

Křižovatky

Michal Uhlík, Dagmar Kočárková

13.1 Úvod a definice křižovatky

Křižovatky tvoří ve struktuře komunikační sítě uzly, které umožňují dopravní vazby mezi jednotlivými komunikacemi. Při návrhu pozemních komunikací mají zásadní význam a důležitost, jelikož zpravidla určují kapacitu celé komunikace a jejich nevhodný návrh může vést ke zvýšené nehodovosti. Nevhodně navržená křižovatka může rovněž snížit hospodárnost silničního provozu, ať už z hlediska stavebních nebo provozních nákladů. Dále může vést ke zvýšení hladiny hluku a exhalací vlivem zbytečného zastavování a opětovného rozjíždění.

Pokud bychom měli křižovatku definovat, tak: „Křižovatka je místo, v němž se pozemní komunikace v půdorysném průmětu protínají nebo stýkají a alespoň dvě z nich jsou vzájemně propojeny“.

Podle vzájemné výškové polohy křižujících se komunikací, rozlišujeme dva základní druhy křižovatek:

- úrovnňové – komunikace se protínají nebo stýkají v jedné výškové úrovni,
- mimoúrovňové – komunikace se kříží v různých výškových úrovních a jsou propojeny pomocí ramp.

Za křižovatku se nepovažuje úrovnňové připojení účelové komunikace, která není veřejně přístupná, připojení sousední nemovitosti, čerpací stanice pohonných hmot, motelu, motorestu, parkoviště, odpočívky apod. Tyto typy připojení se označují jako sjezdy a vozidla, která z nich vyjíždějí, musí dát vždy přednost vozidlům na pozemní komunikaci, na kterou se napojují.

Za křižovatku se též nepovažuje křížení, tj. místo, v němž se pozemní komunikace v půdorysném průmětu protínají, aniž jsou vzájemně dopravně propojeny. Křížení bývá mimoúrovňové nebo úrovnňové (odlišné funkce dopravních staveb, jiné druhy dopravy). Křížení v praxi tvoří tyto objekty:

- nadjezd/podjezd,
- nadchod/podchod,
- železniční přejezd,
- přechod pro chodce,
- přejezd pro cyklisty.

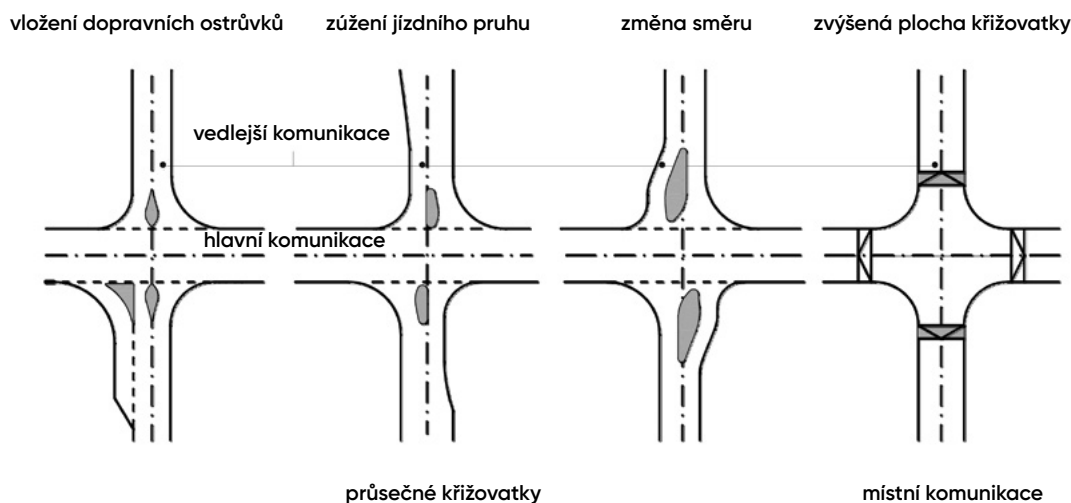
13.2 Zásady návrhu křižovatek

Křižovatka musí být navržena tak, aby vyhovovala jak z hlediska plynulosti dopravy (kapacitnímu posouzení křižovatek se věnuje kapitola 15), tak z hlediska bezpečnosti. Při jejím návrhu je však třeba brát v potaz spoustu dalších kritérií, která ovlivňují její návrh. Obecně návrh křižovatek ovlivňují tato kritéria:

- dopravní význam křižujících se komunikací (kategorie, funkce),
- vzájemné vzdálenosti od sousedních křižovatek, jejich typ,
- výhledové intenzity všech křižovatkových pohybů (včetně tramvajů, pěších a cyklistů),
- počet úrovní,
- počet paprsků vstupujících do křižovatky,
- rozsah povolených křižovatkových pohybů,
- způsob usměrnění a řízení dopravy,
- ekonomická účelnost řešení,
- urbanistický charakter okolí (intravilán vs. extravilán),
- konfigurace terénu a umístění křižovatky na trasách křižujících se komunikací,
- rekonstrukce nebo novostavba,
- přítomnost chodců a cyklistů.

Z hlediska bezpečnosti jsou důležité tyto zásady, které je potřeba při návrhu zajistit:

- včasná postřehnutelnost, tj. včasné a srozumitelné označení křižovatky s jednoznačným vyznačením dopravního režimu v křižovatce, je umožněno zejména správným umístěním dopravních značek, zřízením dělicích ostrůvků na vedlejších komunikacích, optickým zdůrazněním křižovatky např. změnou uliční zeleně, odlišným intenzivnějším (inteligentně reagujícím) osvětlením,
- přehlednost jednotlivých ploch a zařízení křižovatky (jednoduché uspořádání křižovatky, vhodné směrové a výškové vedení křižujících se komunikací, minimalizace počtu kolizních bodů a kolizních ploch, správné rozmístění bodů rozhodování řidiče),



Obr. 13.1 Příklady potlačení významu vedlejší komunikace na křižovatce [276]

- bezpečný průjezd všemi jízdními pruhy křižovatky a větvemi, dostatečné rozhledové poměry, plynulé vedení jízdních pruhů křižovatkou, jejich jasné pokračování za křižovatkou, důsledné a zřetelné značení jízdních i řadících pruhů,
- psychologická jistota hlavní komunikace, tzn. soulad mezi psychologickou a skutečně vyznačenou předností.

Na obr. 13.1 jsou vidět různé způsoby opatření na vedlejších komunikacích v případech, kdy chceme potlačit jejich význam a zajistit psychologickou jistotu hlavní komunikace.

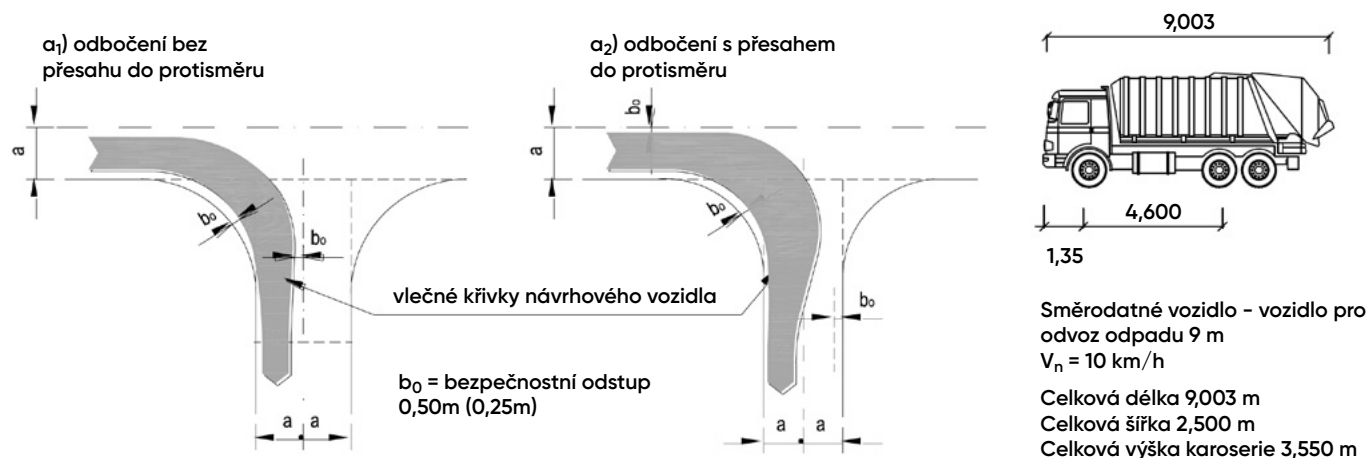
Aby křižovatka fungovala správně a plynule, je rovněž nutné zajistit průjezd směrodatného vozidla křižovatkou viz obr. 13.2. Směrodatné vozidlo reprezentuje největší skupinu vozidel, která se v křižovatce pohybují. Konkrétní typ vozidla se vybírá v závislosti na zastoupení vozového parku v křižovatce. Vozidlo je voleno tak, aby svými rozměry přibližně odpovídalo 85procentnímu vozidlu dané skupiny ve smyslu jeho výskytu. Směrodatné vozidlo je tedy vozidlo, jehož rozměry nepřekračuje 85 % vozidel příslušné skupiny. U významných křižovatek se zpravidla jedná o nákladní soupravu nebo kloubový autobus. U dopravně zklidněných křižovatek jsou směrodatným vozidlem např. vozidla pro svoz komunálního odpadu nebo vozidla integrovaného záchranného systému.

Průjezd křižovatkou směrodatného vozidla se ověřuje pomocí vlečných křivek dle TP 171 [316], přičemž v dnešní době jsou pro ověření využívány

různé softwary. Pro ověření průjezdu pomocí vlečných křivek je možné nastavit v softwaru různou rychlost. Ta by měla být nastavena tak, aby pohyb rozměrnějších vozidel nezhoršil plynulost provozu. Doporučená rychlost vozidel pro zhotovení vlečných křivek v křižovatkách je 20 km/h, v intravilánu se vzhledem k často omezenému prostoru dá použít i rychlost 10 km/h (zejména u rekonstrukcí). Vlečné křivky by měly být zkonstruovány tak, aby byl zachován bezpečnostní odstup 0,50 m od okraje nároží (při malých rychlostech může být 0,25 m).

V závislosti na typu komunikace, způsobu řízení křižovatky, intenzitě dopravy a frekvenci rozměrnějších vozidel na křižovatce, se zvolí způsob řešení vlečných křivek v křižovatce. V případě menších intenzit dopravy a malého zastoupení nákladních vozidel v dopravním proudu je možné uvažovat s přesahem vlečných křivek do protisměru viz pravá část obr. 13.2 (typické použití pro ověření vlečných křivek vozidel pro svoz komunálního odpadu nebo vozidel integrovaného záchranného systému, která projedou křižovatkou pouze výjimečně).

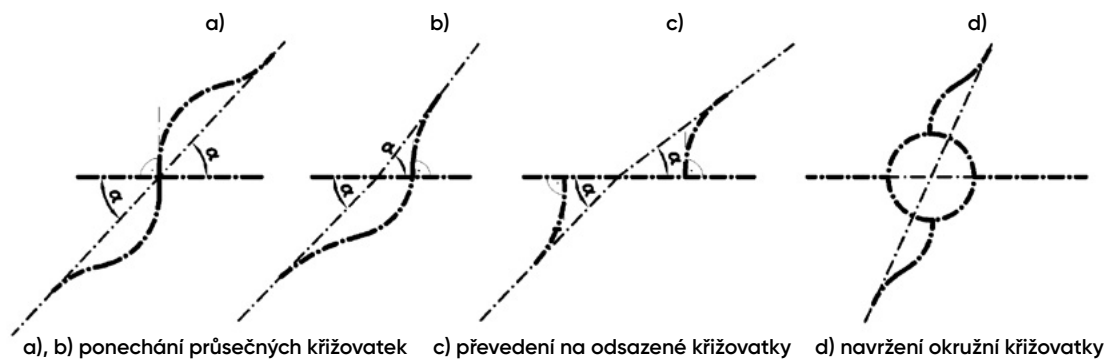
Z hlediska bezpečnosti je důležitý také úhel křížení křižujících se komunikací. Ten by měl být navržen ideálně v pravém úhlu. ČSN 73 6102 [276] umožňuje úhel křížení odchýlit od pravého úhlu o 15°, tzn. že je možné navrhnout křížení v rozmezí úhlů 75–105°. Tento úhel je zvolen kvůli tomu, aby řidič, čekající na vedlejší komunikaci, měl zajištěný rozhled na hlavní komunikaci a nestalo se mu tak, že se vozidlo bude na hlavní komunikaci pohybovat v mrtvém úhlu, kdy ho neuvidí volným výhledem z kabiny ani pomocí zpětných zrcátek.



Obr. 13.2 Příklad řešení vlečných křivek na úrovňové křižovatce [276]

Při rekonstrukcích křižovatek se doporučuje stávající nevyhovující úhly odstranit nakolmením paprsků nebo vložением okružní křižovatky viz obr. 13.3. Řešení záleží především na prostorových možnostech

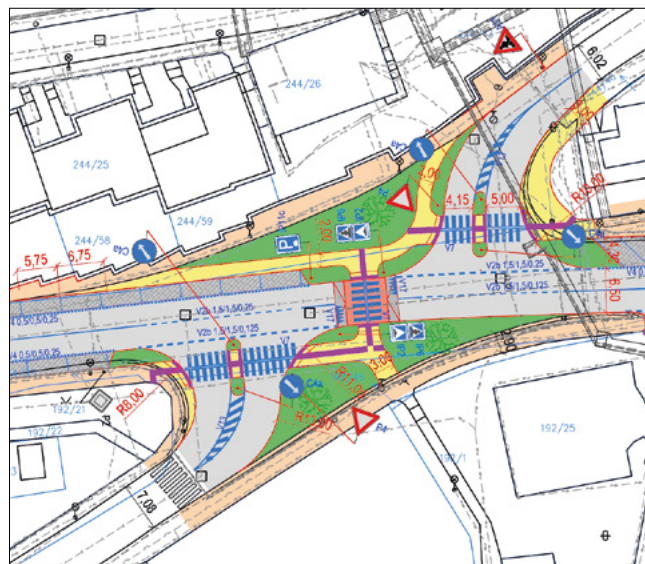
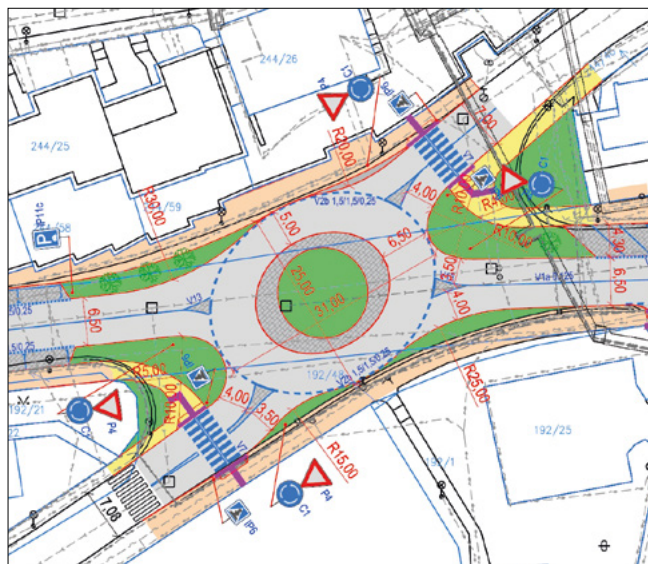
z hlediska pozemků. Příklad návrhu takového řešení na křižovatce Radimova – Ve Střešovičkách v Praze 6 (obr. 13.4) je ukázán na obr. 13.5.



Obr. 13.3 Úprava šikmých průsečných křižovatek [276]



Obr. 13.4 Křižovatka Radimova – Ve Střešovičkách v Praze 6 – nevyhovující úhel křížení [344]

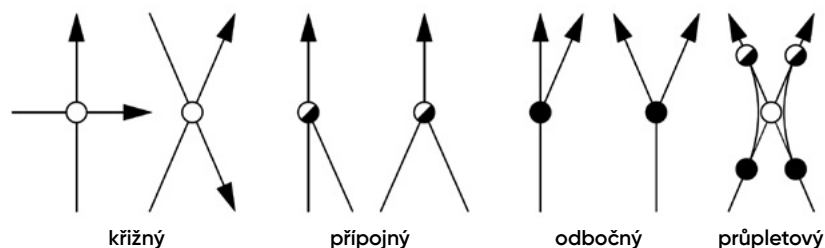


Obr. 13.5 Návrh variantního řešení rekonstrukce křižovatky Radimova – Ve Střešovičkách v Praze s nevyhovujícím úhlem křížení [114]

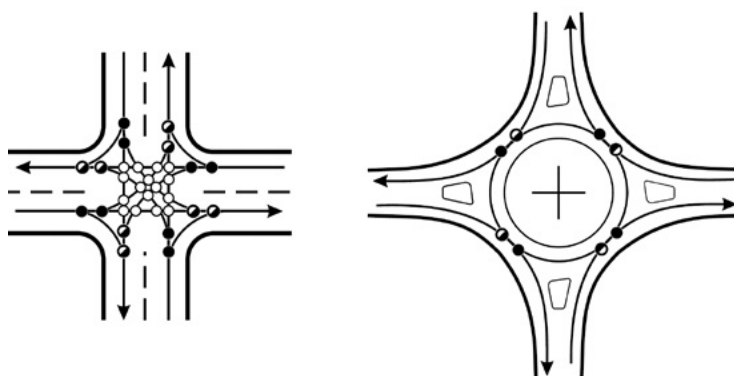
13.3 Kolizní (střetné) body v křižovatce

Z hlediska bezpečnosti a závažnosti nehod je jedním z důležitých kritérií počet kolizních bodů v křižovatce. Ty dělíme na křížné, přípojné, odbočné a průpleťové viz obr. 13.6.

Nejnebezpečnějším typem kolizních bodů jsou křížné. Jediná úroňová křižovatka, která tyto kolizní body nemá, je okružní, což je jeden z hlavních důvodů, proč je tato křižovatka nejbezpečnějším typem úroňových křižovatek. Srovnání počtu kolizních bodů na průsečné a okružní křižovatce je vidět na obr. 13.7.



Obr. 13.6 Typy kolizních bodů v křižovatce [438]



Obr. 13.7 Srovnání počtu kolizních bodů na průsečné a okružní křižovatce [154]

● odbočné	8
◐ přípojné	8
○ křížné	16
	32

● odbočné	4
◐ přípojné	4
○ křížné	0
	8

16

Principy zklidňování dopravy

Jiří Ambros, Veronika Valentová, Eva Kšicová,
Pavel Skládáný, Pavlína Skládáná

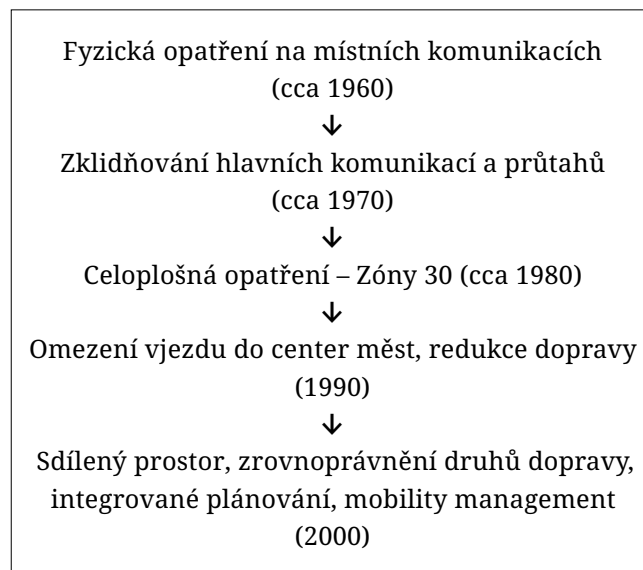
16.1 Úvod

Na ulicích, náměstích a dalších veřejných prostranstvích měst a obcí se odehrává velká část společenského dění. Tyto prostory neslouží pouze dopravě, ale jsou také místem, kde se každodenně setkávají lidé cestující za prací, hrající si děti, stejně jako starší spoluobčané nebo občané s tělesným postižením. Ztvárnění prostoru místní komunikace (uličního prostoru) by proto mělo respektovat zájmy všech těchto skupin [40].

Rozvoj automobilové dopravy během let vedl v mnoha obcích k úpravám uličního prostoru, které měly za cíl převedení co největších intenzit dopravy co nejpohodlnějším způsobem. To vedlo k vysoké dopravní nehodovosti a dehumanizaci uličního prostoru. Navíc se vžila myšlenka, že to patří k době, ve které žijeme a mnoho lidí tento stav bralo jako standard. Ovšem s podporou aktivní mobility a větší snahou o snižování ztrát z dopravních nehod postupně přichází trend upřednostňující jiné funkce uličního prostoru. Je zde kladen důraz na pohyb chodců, případně cyklistů a vidíme snahu o snižování rychlosti motorové dopravy a vyloučení zbytné dopravy (tranzitní apod.). Dále dochází ke zvyšování podílu zeleně ve veřejném prostoru. Výsledky těchto úprav vedou nejen ke zvyšování dopravní bezpečnosti, ale také ke zvýšení kvality života v daných lokalitách. Vytváří se tak prostor, který kromě dopravní funkce naplňuje i další funkce veřejného prostoru (obytná, společenská, obchodní, estetická či kulturní) [132]. Pojem zklidňování dopravy zahrnuje soubor opatření a nástrojů, sloužících ke zvýšení užitné hodnoty komunikace, zlepšení životního prostředí a bezpečnosti zejména nejzranitelnějších účastníků dopravy (chodců a cyklistů) na úkor dosud nadřazeného postavení automobilové dopravy. Synonymem zklidňování dopravy je „humanizace dopravy“ – hlavní snahou a úkolem je sladit charakter uličního prostoru s funkcemi příslušné komunikace, která jím prochází.

Z uvedené definice je zřejmé, že zklidňování dopravy je široký koncept, který postupným vývojem (obr. 16.1) zahrnul jak jednoduché lokální úpravy místních komunikací, tak plošná opatření anebo přestavby celých sítí pozemních komunikací ve městě nebo obci. Zklidňování dopravy nelze chápat

pouze jako dopravně-inženýrskou záležitost; úzce se dotýká urbanismu, integrovaného plánování, zapojování veřejnosti do rozhodování, managementu mobility a snah o udržitelnou dopravu [77].



Obr. 16.1 Historický vývoj chápání zklidňování dopravy [323]

Jak je zřejmé ze schématu vývoje znázorněného na obr. 16.1, zklidňování dopravy má již bohatou historii, která vycházela zejména z potřeby vytvářet bezpečný dopravní prostor vedoucí ke snížení rychlosti motorové dopravy. V posledních desetiletích však narůstá důraz na boj se změnou klimatu a na zvyšování kvality života obyvatel a zlepšování životního prostředí. Řada evropských měst proto k plánování dopravy přistupuje komplexně s důrazem na podporu aktivní mobility, snižování emisí z dopravy a zvyšování bezpečnosti obyvatel.

Z tohoto důvodu Evropská komise v roce 2009 přijala Akční plán pro městskou mobilitu, který navrhuje opatření na podporu a pomoc místním samosprávám při dosahování jejich cílů v oblasti udržitelné mobility ve městech [204]. Na tento dokument navazovaly další, ať už na evropské či národní úrovni (např. [186, 187]), vznikla také Evropská metodika pro tvorbu plánů udržitelné městské mobility [221]. Informace z aktuálního vývoje v této oblasti je možné nalézt na webových stránkách organizace ELTIS, či spolku CIVITAS.

Zklidňování dopravy však kromě makropohledu, kterým plánování mobility ve městě je, může poskytovat i pohled na konkrétní lokalitu. Schéma na obr. 16.2 znázorňuje ideální postup přípravy projektu zklidňování dopravy, ať už se jedná o úpravy většího území vycházející z dopravních koncepcí či plánů udržitelné městské mobility, či z potřeby vyřešit problematickou lokalitu menšího rozsahu. Více informací o jednotlivých krocích lze najít v podrobných příručkách [17, 58, 77, 127, 132, 200, 205] nebo v příslušných Technických podmínkách a metodikách. Kromě měst má zklidňování dopravy smysl i v menších obcích, zde zejména na průtazích silnic. Jako podklady pro zklidňování jsou vhodné stejné zdroje informací, které jsou běžné pro standardní návrh komunikace ve městě. Jsou to například informace v oblastech:

- pěší dopravy (umístění současných přechodů, případně místa potřeb pro přecházení, podélné vazby, zdroje a cíle dopravy, umístění škol, úřadů a dalších veřejných institucí),
- cyklistické dopravy (zdroje a cíle dopravy),
- motorové dopravy, včetně nehodovosti a analýzy rychlosti,
- veřejné dopravy (umístění a počet zastávek),
- speciální bezpečnostní inspekce,
- bezpečnostní audit veřejných prostranství, Bezpečné cesty do škol apod.

Zklidňování dopravy lze provádět řadou stavebně-technických nebo organizačních opatření, v mnoha případech lze využít kombinace těchto opatření. Zklidňovat dopravu lze plošně (celé ulice, obytné soubory, čtvrti) nebo jen lokálně (části komunikací, samostatné křižovatky nebo jednotlivé lokality). Opatření pro zklidňování dopravy lze dále dělit následovně:

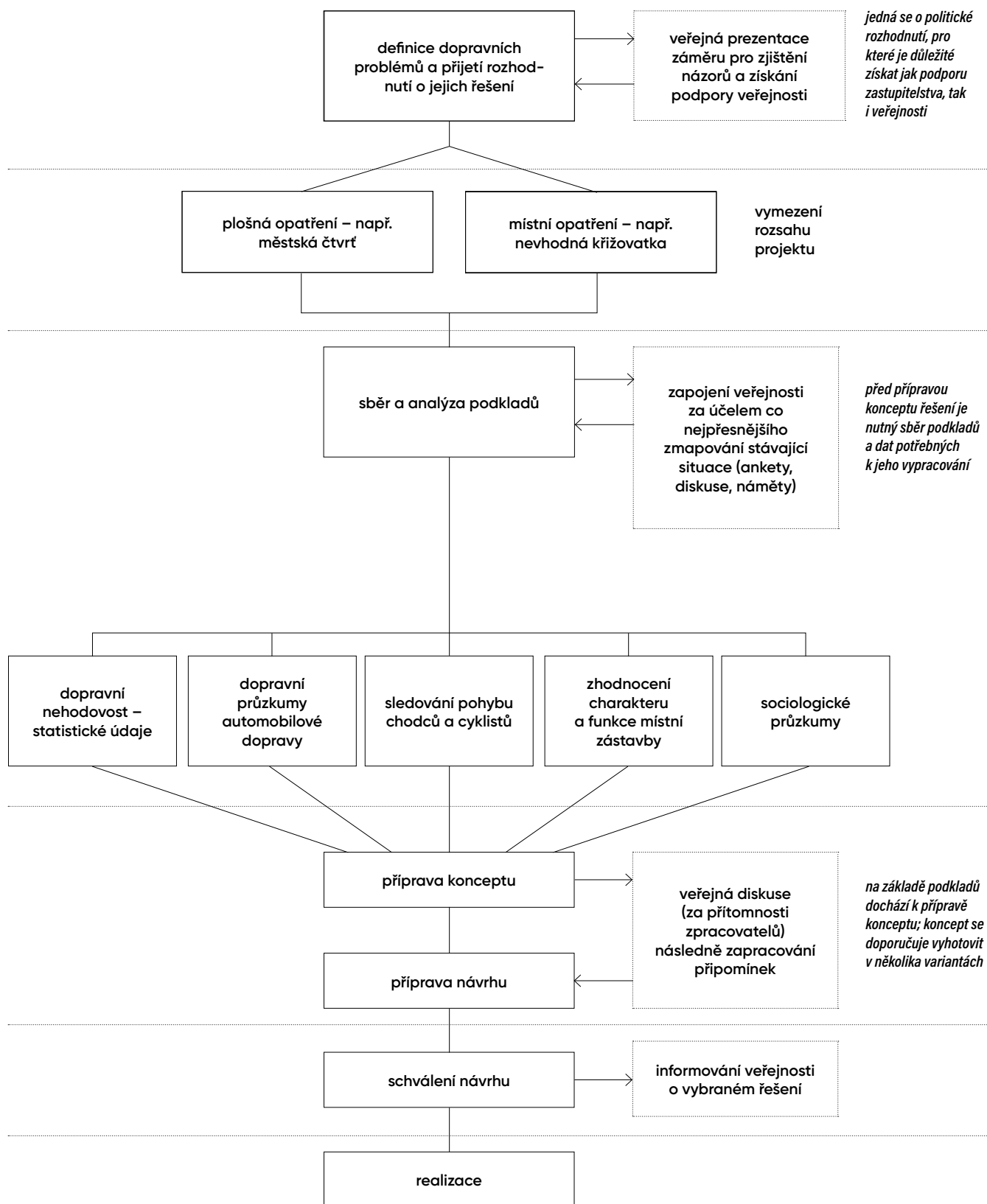
- stavebně-technická
 - opatření na vjezdu do obce (dělicí ostrůvky, šikany, malé směrové oblouky apod.),
 - změna poměrů šířkového uspořádání pozemní komunikace (např. rozšíření chodníků na úkor vozovky),
 - šikany (včetně využití parkování k vytvoření šikany),

- vysazené plochy zeleně či chodníků,
- dopravní ostrůvky (ochranné, dělicí, zvýšené),
- příčné prvky (zpomalovací prahy a polštáře) a zvýšené plochy křižovatek,
- dělicí pásy (střední, postranní), zeleň,
- úprava povrchu vozovky (křižovatky),
- úsporné poloměry směrových a výškových oblouků,
- provedení úsporných poloměrů nároží křižovatek vedoucí ke zmenšení plochy křižovatky,
- organizační a psychologická
 - dopravní značení,
 - zjednosměrnění komunikací,
 - střídané uspořádání parkovacích stání,
 - šířky jízdních pruhů,
 - křižovatky s předností v jízdě zprava.

Zklidňovací opatření se používají zejména tam, kde není možné jinak zajistit dodržování nejvyšší dovolené rychlosti, nebo kde je nutné stavebně-technické řešení přizpůsobit nadměrné přepravě. V některých případech je vhodné doplnit opatření také nástroji měření nejvyšší dovolené rychlosti.

Zklidňování dopravy ve městech a obcích je stále důležitějším tématem ve většině vyspělých zemí. Kromě požadavku zvyšování bezpečnosti dopravy je motivací též problematika životního prostředí a zdraví obyvatelstva. Při aplikaci zklidňovacích opatření je tedy možné i žádoucí využívat zahraničních zkušeností; je však třeba mít na paměti odlišné kulturní, legislativní i geografické podmínky, které mohou mít vliv na způsob využití a popularitu konkrétních prvků a postupů (viz např. [33, 181, 183]). Dalšímu rozvoji se věnovala celá řada evropských výzkumných projektů, např. e-SMARTEC, INTENSIFY, MATCH-U, OptiTrans, REFORM nebo TRAM. Informace o těchto i dalších výzkumných projektech a jejich výsledcích je možné nalézt na webu CORDIS [329].

Následující text se zaměří na opatření na zklidňování dopravy, a to na průtazích silnic a na ostatních pozemních komunikacích.



Obr. 16.2 Schéma ideálního postupu přípravy projektu zklidňování dopravy [132]



18

Doprava v klidu

Michal Uhlík

18.1 Úvod

Doprava v klidu neboli parkování a odstavování vozidel, je zejména ve městech dlouhodobým problémem, který má vliv na kvalitu života obyvatel měst. Vozidla jsou po většinu času někde zaparkována nebo odstavena, což vede k velkému plošnému nároku na jejich umístění po dobu, kdy se nepoužívají. Z důvodu velkého počtu vozidel a nedostatku volných ploch v zástavbě obcí existuje v mnoha oblastech nedostatek parkovacích míst. To znamená, že řidiči musí někdy hledat delší dobu volné parkovací místo, čímž zbytečně přitěžují dopravnímu provozu, anebo parkují v rozporu se zákonem č. 361/2000 Sb. [244], čímž mohou omezit provoz nebo zhoršit přehlednost a bezpečnost na místních komunikacích. V některých místech řidiči nevhodně zaparkovaným vozidlem znemožňují průjezd vozidel pro svoz komunálního odpadu nebo vozidel integrovaného záchranného systému, a to zejména vozidel hasičského záchranného sboru, která jsou největší. Takto zhoršená průjezdnost komunikační sítě může v některých případech vést i k fatálním následkům. Nevhodné parkování může rovněž snížit komfort pro chodce při parkování na chodníku a zhoršit rozhledové poměry na přechodech pro chodce a místech pro přecházení při parkování v jejich blízkosti. Zároveň bývá vlivem přeplnění ulic parkujícími vozidly často zhoršena i obsluha přílehlých objektů a vozidla zásobování musí stát přímo v jízdním pruhu nebo na chodníku.

Z hlediska problematiky dopravy v klidu je potřeba odlišovat odstavování v místě bydliště (případně u firemních vozidel v místě sídla nebo provozovny) a parkování v místech cílů cest (zaměstnání, škola, nákupy, zábava apod.). U odstavování je potřeba navrhnout dostatečnou kapacitu odstavných míst, jelikož v místě bydliště automobil po dobu, kdy se nepoužívá, někde odstavit musíme. Proto bychom tato stání měli navrhovat v dostatečném počtu v závislosti na stupni automobilizace v daném městě viz kapitola 18.4. U parkování by měla být nabídka odpovídající danému cíli, lokalitě, velikosti obce, době přepravní práce, dostupnosti VHD apod. Zejména v centrech měst není reálné zajistit potřebný počet parkovacích stání, který by odpovídal potenciální poptávce. Proto se snažíme zavádět různá regulační

opatření, jelikož k většině krátkodobých cílů nemusíme jet automobilem a můžeme využít VHD, jít pěšky či jet na kole. Z tohoto důvodu se v poslední době právě především v centrálních částech měst snažíme redukovat nabídku parkovacích stání, aby se snížil počet cest osobním automobilem po městě, a aby se uvolněný prostor mohl využít lépe. Na zbylých parkovacích stáních je řidič motivován zpoplacením za parkování či omezenou dobou parkování, aby do dané lokality buď vůbec automobilem nejel, nebo zde parkoval kratší dobu, čímž se zvýší efektivita parkování.

Z hlediska délky parkování odlišujeme parkování krátkodobé a dlouhodobé. Krátkodobé parkování se uvažuje u cílů, u kterých není potřeba parkovat déle než 2-3 hodiny (ČSN 73 6110 [277] uvažuje 2 hodiny). Jedná se např. o návštěvu nákupních zařízení, lékaře, restaurace, úřadů apod. Dlouhodobé parkování se uvažuje např. v blízkosti škol, zaměstnání, rekreačních cílů, návštěvy města apod. Znalost jednotlivých způsobů parkování v řešené lokalitě je zásadní pro správný návrh parkovací politiky v daném místě. V některých lokalitách stačí pro vyřešení problému s dopravou v klidu např. omezení doby parkování. Vzhledem k neustálému nárůstu počtu vozidel se v budoucnu zvažuje omezit i nabídku odstavných stání a motivovat lidi, aby sdíleli osobní automobil s dalšími lidmi. Na to, jestli se tato myšlenka uchytí, nám odpoví budoucnost.

18.2 Stupeň automobilizace a motorizace

Problematika dopravy v klidu se v ČR neustále prohlubuje, jelikož nárůst počtu vozidel je rychlejší než zvyšování nabídky nových parkovacích a odstavných stání. Počet registrovaných vozidel sledujeme ve dvou různých kategoriích. Počet všech motorových vozidel vyjadřuje stupeň motorizace, počet osobních automobilů vyjadřuje stupeň automobilizace. Stupeň automobilizace i motorizace se vyjadřuje dvěma různými způsoby – počtem vozidel na 1 000 obyvatel nebo počtem obyvatel na 1 vozidlo. V tab. 18.1 vidíme porovnání vývoje stupně automobilizace a motorizace v Praze a ČR. V Praze bylo v roce 2021 již 762 osobních automobilů na 1 000 obyvatel (1,3 obyvatele na osobní automobil), což řadí Prahu mezi nejvíce

Tab. 18.1 Vývoj stupně motorizace a automobilizace v Praze a České republice [220]

Rok	Praha				Česká republika (do roku 1971 Československo)			
	Stupeň motorizace		Stupeň automobilizace		Stupeň motorizace		Stupeň automobilizace	
	vozidel na 1 000 obyvatel	obyvatel na 1 vozidlo	os. aut. na 1 000 obyv.	obyvatel na 1 os. aut.	vozidel na 1 000 obyvatel	obyvatel na 1 vozidlo	os. aut. na 1 000 obyv.	obyvatel na 1 os. aut.
1961	92	10,8	45	22,4	97	10,4	21	47,1
1971	188	5,3	123	8,1	203	4,9	72	13,8
1981	310	3,2	241	4,2	335	3,0	182	5,5
1990	353	2,8	276	3,6	390	2,6	233	4,3
2000	632	1,6	525	1,9	510	2,0	362	2,8
2010	739	1,4	557	1,8	573	1,7	427	2,3
2019	861	1,2	689	1,5	753	1,3	557	1,8
2020	870	1,1	693	1,4	770	1,3	570	1,8
2021	955	1,0	762	1,3	806	1,2	595	1,7

automobilizovaná města v Evropě. Pro srovnání ve Vídni je stupeň automobilizace 374 voz/1 000 obyv. a v Berlíně 333 voz/1 000 obyv. [365]. Oproti roku 1990 vzrostl počet automobilů v Praze téměř trojnásobně. Průměrná situace v ČR je sice lepší, ale hodnoty stupně automobilizace i motorizace rostou opravdu rychle v celé republice a zejména ve městech ve stávající zástavbě není téměř šance tento problém uspokojivě řešit.

Zatímco ve městech vyspělých západních zemí stupeň automobilizace spíše stagnuje a s novým návrhem hromadných garáží je možné redukovat počty stání v ulicích, v ČR je zatím tento systém řešení dopravy v klidu prakticky nemožný, jelikož nově postavenými garážemi neuspokojíme v některých

lokalitách ani stávající deficit, natož abychom mohli některá stání redukovat.

V některých městech nebo jejich částech parkuje vlivem nedostatku parkovacích a odstavných stání řada řidičů nelegálně (na zeleni, chodnících, v křižovatkách, blízko přechodů pro chodce, podél obruby v jízdním pruhu na dvoupruhových místních komunikacích apod.). Největší problém bývá na sídlištích, kde je na malé ploše nejvíce domácností. Tato sídliště se stavěla v době, kdy nikdo neočekával v budoucnu takový nárůst počtu vozidel a hromadné garáže se realizovaly spíše výjimečně. Ukázka nelegálního parkování v Praze na Velké Ohradě je vidět na obr. 18.1. Na obrázku vidíme odstavená vozidla v okružní křižovatce i ve druhé řadě podél parkovacích pásů. Tento

**Obr. 18.1** Ukázka nelegálního parkování, Praha, Velká Ohrada [438]



Obr. 18.2 Nelegální parkování na chodníku, Praha [438]

způsob parkování v některých místech prakticky znemožňuje projetí vozidel hasičského záchranného sboru a vozidel pro svoz komunálního odpadu. Podobný problém řeší zejména na sídlištích i menší města. Na obr. 18.2 vidíme parkování na chodníku, které je v některých lokalitách měst bohužel běžným standardem.

Kvůli nedostatku plochy pro parkování legalizují města či městské části i parkování v blízkosti přechodů pro chodce vyznačením parkovací plochy až k přechodu. Tím dochází k výraznému zhoršení rozhledových poměrů na chodce na přechodu (obr. 18.3).

18.3 Možnosti řešení odstavování vozidel v místě bydlisté

Možností, jak stávající situaci zlepšit, je více. V první řadě můžeme zkapacitnit odstavování přímo v hlavním dopravním prostoru. Pokud to jde z hlediska dopravní obsluhy, tak se mohou dvoupruhové komunikace zjednosměrnit, čímž umožníme legální parkování podél obruby. Toto řešení se však již ve většině nejproblematictějších lokalit realizovalo, a navíc je většinou problematické z hlediska prodlužování cest, zhoršení dopravní obsluhy a zavlčení dopravy do míst, kterými by při obousměrném provozu vést nemusela. Jednosměrný provoz je tedy vždy potřeba promyslet z různých hledisek a zvážit, jestli neuškodí obousměrný provoz alespoň cyklistům, kteří jednosměrky stejně často nerespektují a prostorově už není takový problém zajistit, aby se cyklisté s vozidly vzájemně bezpečně vyhnuli.



Obr. 18.3 Vyznačení modré zóny pro rezidenty v Praze-Dejvicích až k přechodu [438]

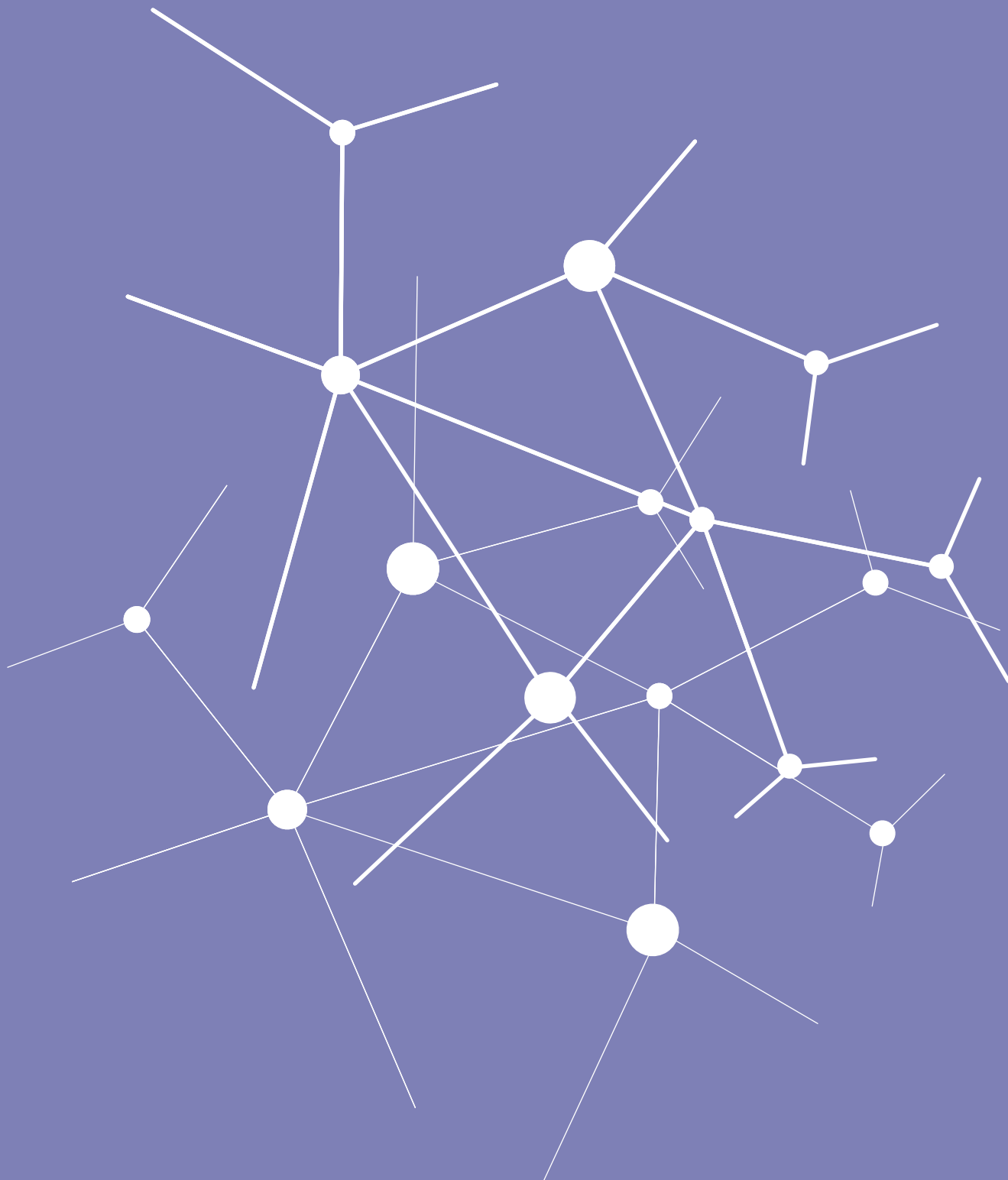
Další možností je vyznačení parkovacího pruhu a řešení komunikace jako jednopruhové obousměrné. Aby jednopruhový obousměrný provoz správně fungoval, měl by se navrhovat pouze v případě nízkých intenzit provozu, a zároveň by se na komunikaci nemělo zapomenout na místa pro vyhnutí vozidel jedoucích proti sobě (ideálně v místě vjezdů do přílehlých objektů). Toto řešení je při malých intenzitách provozu vhodnější než zřizování jednosměrek (pokud nechceme jednosměrkou znesnadnit průjezd lokalitou tranzitní dopravě).

Výše uvedené dva způsoby řešení většinou problém příliš nezlepší, jelikož se pouze legalizuje systém parkování, který už na mnoha komunikacích řidiči stejně využívají.

Efektivnějším způsobem řešení je rozšíření hlavního dopravního prostoru a změna podélného parkování na šikmé nebo kolmé. Tento způsob řešení je však komplikovaný, jelikož často nemáme dostatečný prostor podél komunikace nebo pozemek, který bychom mohli využít, a zároveň zde bývá problém s inženýrskými sítěmi, sloupy veřejného osvětlení, stromy apod.

Problematiku dopravy v klidu můžeme řešit i zřizováním nových parkovacích ploch. Zde je však velký problém s nedostatkem pozemků a neefektivností tohoto řešení, jelikož parkoviště zabere spoustu cenného místa.

Nejlepším dlouhodobým řešením je zřizování hromadných garáží. Problém však bývá v nedostatku prostoru a finanční náročnosti tohoto řešení. U parkovacích domů bývá kromě finanční náročnosti problém i s docházkovou vzdáleností, jelikož málokdy



21

Dopravní telematika

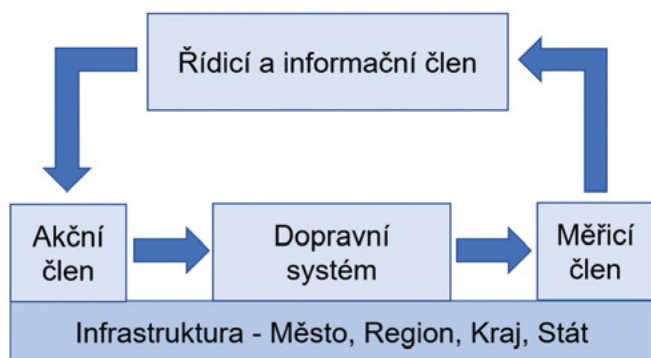
Tomáš Tichý, Zuzana Bělinová

21.1 Úvod

Dopravní proces se uskutečňuje pomocí dopravního systému, jenž prostřednictvím dopravní infrastruktury, dopravních prostředků a vlastní organizace a řízení dopravy zajišťuje přemísťování osob, zvířat, věcí a zboží z místa A do místa B. Dopravní prostředky a infrastruktura musí splňovat příslušnou legislativu, musí mít odpovídající technický a funkční stav a kvalitu. Dopravní systém musí být nejen bezpečný, musí i umožňovat reakce na mimořádné události a čelit hrozbám protiprávních zásahů. Zásadní organizační a technickou funkcí dopravního systému je vzájemná výměna informací a dat, a tím zajištění propustnosti dopravní sítě, podpora intermodality a snižování dopravních excesů. Základními parametry kvality dopravního systému jsou cestovní doby, ekonomické a environmentální škody a zátěže, dlouhodobé a krátkodobé problémy, případně opakující se nedostatky [124].

Pro zásadní funkčnost dopravního systému jsou potřeba akční členy, které zajišťují zásahy do dopravního systému a měřicí členy, jež získávají potřebná data. Nedílnou součástí je řídicí a informační člen, jenž zabezpečuje základní funkce dopravního systému, obsahuje datový sklad, základní organizační a správní funkce včetně dopravního modelu. Dopravní systémy, jež jsou nad nějakým regionem nebo městem, obsahují dopravní infrastrukturu, dopravní prostředky a prostředky pro organizaci dopravy viz základní schéma na obr. 21.1.

Organizační opatření mohou mít různý charakter od definování právních rámců, vlastních organizačních



Obr. 21.1 Model řízení a informování dopravního systému [124]

opatření, po regulační rámce dopravní situace, pro které je možné využívat telematické systémy. Právě rozvoj automatizace a digitalizace dopravních prostředků a dopravní infrastruktury vede k uplatňování nových přístupů pro řídicí funkce dopravního systému v reálném čase, které zabezpečuje dopravní telematika.

21.2 Dopravní telematika

Klíčovým nástrojem organizace dopravy je dopravní telematika. Od počátku šedesátých let se ve vyspělých zemích světa začínají prosazovat nové formy řízení a informování v dopravě ve městě a na dálnicích, týkající se zejména světelně-signalizačních zařízení. Od osmdesátých let minulého století se začínají uplatňovat také systémy pro management dálnic pomocí změny dopravního značení a informačních tabulí. Od začátku zavádění těchto nových systémů bylo cílem poskytovat účastníkům silničního provozu informace, regulovat dopravní proud, zlepšit životní prostředí, zvýšit plynulost a bezpečnost dopravy, snižovat dopravní kongesce, zvyšovat průjezdnost danou oblastí, zajistit efektivnost přepravy zboží a lidí a působit na celý přepravní řetězec pomocí vhodných systémů a subsystémů dopravy na základě sběru informací a dat.

Tyto systémy se nazývají Inteligentní dopravní systémy (Intelligent Transportation Systems – ITS), a jsou takto označovány především v USA a Japonsku. V Evropě se používá název dopravní telematika. Tento pojem vznikl složením slov „Telekomunikace“ a „Informatika“ a vyjadřuje úzkou vazbu obou oborů [107, 129]. Postupně je pro tyto systémy stále častěji používána již jen zkratka ITS.

Dopravní telematika = ITS - integruje informační a telekomunikační technologie s dopravním inženýrstvím tak, aby se pro stávající infrastrukturu komunikací zvýšily přepravní výkony, stoupla bezpečnost a zvýšila se psychická pohoda cestujících a komfort přepravy [107, 129].

ITS integruje dopravní inženýrství nejen s telekomunikacemi a informačními technologiemi, ale uplatňuje v podpoře rozvoje této oblasti i další obory, jako je ekonomika, teorie dopravy a systémové inženýrství tak, aby se pro stávající dopravní infrastrukturu

a vozidla vytvořily podmínky pro uplatnění nových postupů organizace, řízení a ovlivňování dopravních a přepravních procesů.

Někdy se pojem ITS překládá i jako inteligentní dopravní služby (Intelligent Transport Services), což dále prohlubuje a reflektuje význam dopravní telematiky – nabízet uživatelům dopravy také inteligentní služby, které je možné sledovat v několika rovinách:

- Služby pro cestující a řidiče – například informace o dopravních cestách a dopravních spojích, dopravní informace prezentované řidičům prostřednictvím zařízení pro provozní informace (ZPI), navigace, mobilního telefonu, internetu apod.
- Služby pro správce infrastruktury – sledování kvality dopravních cest, řízení údržby infrastruktury atd.
- Služby pro provozovatele dopravy – volba dopravních cest a nejvýhodnějších tras, řízení oběhu vozidlového parku atd.
- Služby pro státní a veřejnou správu – sledování a vyhodnocování přepravy osob a nákladů, řešení financování dopravní infrastruktury, nástroje pro výkon dopravní politiky měst, regionů, státu atd.
- Služby pro bezpečnostní a záchranný systém – zabezpečení lepší organizace práce při likvidaci havárií, nehod, zvýšení prevence vzniku mimořádných událostí atd.

Koncepčním propojením jednotlivých subsystémů dopravní telematiky vznikne datový a informační deštník nad dopravou, jenž umožní snazší propojení různých systémů a vytvoří možnosti konkrétního uplatnění definovaných rozhraní pro další části ITS, ale i pro další systémy. Umožní využití pro další koncepty jako jsou mobility huby, smart technologie, autonomní systémy, nové přístupy k projektování včetně údržby a obnovy takovýchto systémů v dopravě.

Architektura dopravní telematiky

Základ dopravního telematického systému je tvořen řídicími a informačními technologiemi, které obsahují informace a data o jednotlivých prvcích dopravního řetězce a uživatelích dopravy. Dopravní telematický

systém umožňuje sběr, přenos, zpracování a výměnu dat a informací mezi různými uživateli dopravního řetězce a vytváří tzv. telematickou aplikaci.

Základní prostředky dopravního telematického systému lze rozdělit na:

1. Technické prostředky

- akční prvky (světelná návěstidla, proměnné dopravní značky, informační tabule),
- senzory (dopravní detektory, videodetekční a kamerové systémy, ekologický monitoring),
- komunikační infrastruktura (rozhlasové vysílání RDS-TMC, spojení krátkého dosahu DSRC, C2X, multimediální přenosy, GSM přenosy, digitální vysokofrekvenční přenosové sítě),
- informační technologie (HW, SW).

2. Prostředky řízení procesů

- dopravní management měst a silnic (řízení městské sítě, pozemní komunikace nižších tříd),
 - řízení dopravního uzlu a sítě (světelné signalizační zařízení s nadstavbou řízení – centralizované/decentralizované, preference MHD – aktivní/pasivní/využití kooperativních systémů),
 - navigování a informování (ve vozidle a na infrastruktuře pomocí proměnného dopravního značení a zařízení pro provozní informace),
 - veřejná hromadná dopravy (TAXI, MHD, cyklodoprava, informace pro cestující),
 - statická doprava (P+R, navádění, parkovací domy, parkovací zóny, poplatky),
 - penalizační systémy (dynamické vážení vozidel, ADR, úsekové měření rychlosti, jízda na červenou, kamery)
- dopravní management dálnic (řízení linií),
 - řízení dopravního proudu (liniové řízení dopravy),
 - navigování a informování (ve vozidle a na infrastruktuře pomocí proměnného dopravního značení a zařízení pro provozní informace),
 - mýto (DSRC, GNSS, elektronické platby, časové platby),
 - statická doprava (odpočívky, navádění, odstavné plochy, poplatky),

- penalizační systémy (vážení nákladních vozidel za jízdy, ADR, úsekové měření rychlosti, kamery, jízda v protisměru),
- dopravní řízení a informování (na pozemních komunikacích),
 - bezpečnost dopravy (detekce překážek, identifikace nehod a kongescí, vliv počasí, stav pozemní komunikace, chování řidiče – únava, mikrosprávky, agrese),
 - plynulost dopravy (mobilní telematika, řízení vjezdů na dálnici, obsazenost vozidla, detekce nákladu),
- ekologický management (ekologické dopady dopravy),
 - snižování spotřeby vozidel (elektromobilita, technické prostředky, alternativní pohony),
 - stabilita dopravního proudu (světelné signalizační zařízení, liniové řízení dopravy, mobilní telematika, C-ITS, preference IZS/VHD),
 - logistika (shlukování vozidel, vytěžování vozidel, navigace a informace),

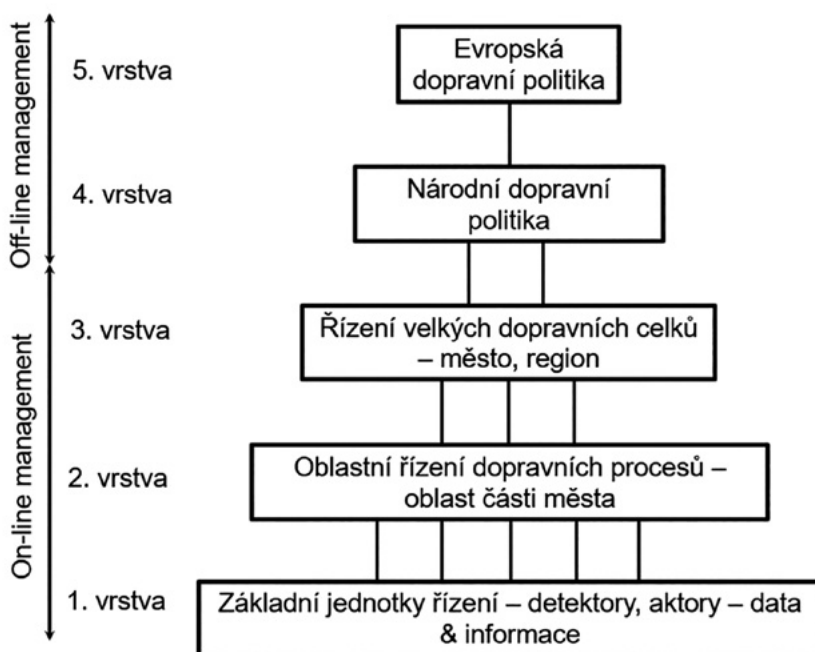
3. Prostředky organizační podpory,

- pasportní systémy (digitalizace technické a stavební dokumentace),
- řízení údržby,
- ekonomické systémy a platby.

Dopravně-telematický systém účelně propojuje výše uvedené prostředky. Tvorba architektury telematiky je metoda, jak z požadavků uživatelů, dopravní politiky atd. získat funkční koncepci výstavby dopravně-telematických aplikací. V Evropě existuje rámcová architektura FRAME, ve Spojených státech amerických je využívána referenční architektura ARC-IT. Aplikace jsou umístěny v různých vrstvách dopravně-telematického systému.

Jednotlivé aplikace dopravní telematiky jsou rozprostřeny do několika vrstev telematického systému, jak je vidět na obr. 21.2:

1. vrstva – reprezentuje nejnižší úroveň a tvoří ji detektory a akční členy. V této vrstvě dochází ke sběru dat a statických i dynamických informací o dopravní cestě, dopravních prostředcích a dopravních terminálech. Současně dochází k ovlivňování, přesměrování a řízení dopravního provozu přes akční členy (SSZ, PDZ/ZPI).
2. vrstva – charakterizuje operativní řízení menších úseků dopravních cest, definovaných oblastí měst, menších měst, jednotlivých terminálů a mobilních prostředků. Do této vrstvy patří oblastní ústředny velkých měst, ústředny tunelů, parkování a řízení pomocí dispečinků (MHD, TAXI apod.).



Obr. 21.2 Hierarchická struktura dopravního telematického systému [140]