



ÚVOD DO INTELIGENTNÍCH DOPRAVNÍCH SYSTÉMŮ

16. března 2011

(Děčín 15. března 2011)

Řídicí a informační systémy dálnic

Doc. Ing. Tomáš Tichý, Ph.D.

Ing. Vladimír Faltus

Ing. Martin Spěváček

tichy@iss.fd.cvut.cz



K620 – ÚSTAV ŘÍDICÍ TECHNIKY A TELEMATIKY
ČVUT FD, Konviktská 20, Praha 1

Obsah – Řídicí a informační systémy dálnic

- Důvody řízení dálnic
- Přehled systémů řízení dálnic
- Liniové řízení dopravy
- Dopravně informační systémy a jejich technologie
- Kongesce/nehody – identifikace excesů
- Kooperativní systémy, inteligentní vozidlo, inteligentní dálnice

- H:\Studenti\K620 UIS
- www.lss.fd.cvut.cz/members/tichy/dokumenty-k-vyuce

Příčiny nehod

□ Rozdílný charakter ve městech a na dálnicích

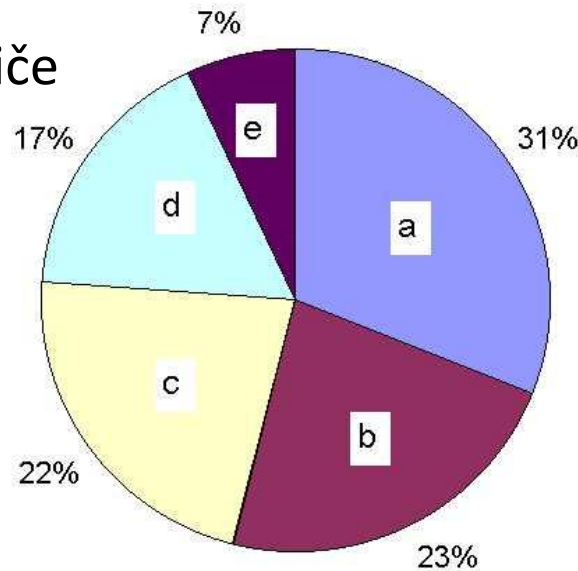
- Podíl nehod na místních komunikacích 74%
- Nehody na dálnicích – fatální následky
- Dálnice – nejbezpečnější komunikace

□ Obecně platí

- 50 % pozdní reakce řidiče
- 25 % technika jízdy

□ Vliv na bezpečnost

- Plynulost provozu
- Informovanost



- a. nevěnoval se řízení
- b. nesprávné otáčení/couvání
- c. nedodržení bezpečné vzdálenosti
- d. nedodržení rychlosti
- e. nedání přednosti v jízdě

Požadavky na řidiče

Na řidiče při řízení jsou kladeny požadavky:

- ❑ Maximální pozornost a soustředění
- ❑ Rychlost reakce na vzniklý problém
- ❑ Správné vyřešení vzniklého problému
- ❑ Dostatečně široké spektrum vnímání stimulů



Vnitřní a vnější faktory působící na řidiče:

- ❑ Psychický a fyzický stav
- ❑ Délka pracovní doby
- ❑ Kvalita pracovního prostředí (hluk)
- ❑ Klimatické podmínky (teplo, chlad)
- ❑ Monotonnost scény nebo obrazu



Řízení pozemních komunikací

- Plynulá a bezpečná jízda
- Plynulost provozu → vliv na ekologii a pohodu řidiče
- Bezpečnost → ekonomické a sociálně-psychologické dopady
- Hlavní místa vzniku kongescí (ze 75 %):
 - Příjezdové komunikace do měst
 - Vjezdy na dálnice
 - Prostory mytých stanic
 - Vjezdy do tunelů a na mosty (redukce jízdních pruhů nebo rychlosti)
- Systémy pro zvýšení bezpečnosti
- Systémy pro zvýšení plynulosti
- Inteligentní dálnice/kooperativní systémy

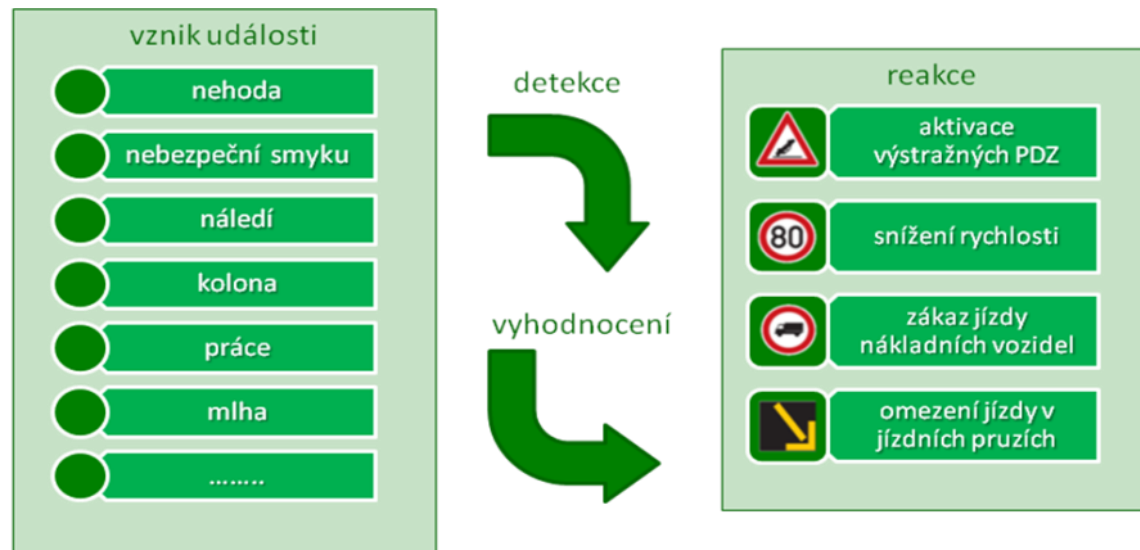
Systémy řízení provozu na dálnicích resp. obecně na liniových komunikacích

- Liniové řízení dopravy (*RLTC – Road Line Traffic Control*)
- Inteligentní dálnice
- Inteligentní vozidlo
- Řízení vjezdu na dálnici (*Ramp metering*)
 - Řízení dávkováním vozidel
- Preference vozidel s vyšší obsazeností (*HOV lanes*)
 - Řízení změnou organizace dopravy
- Dopravně informační systémy
 - Není zde přímé řízení, ale ovlivňují provoz



Principy liniového řízení dopravy

- Regulace rychlosti pomocí PDZ v závislosti na hustotě provozu, neočekávaných událostech na komunikaci nebo povětrnostních podmínkách
- Homogenizace dopravního proudu
- Informování řidičů o náhlých změnách v dopravní situaci před nimi
- Omezování jízdy kamionů v levém jízdním pruhu při vysokých intenzitách provozu, krizových situacích nebo nepříznivých povětrnostních podmínkách
- Svedení dopravy mimo jízdní pruh neprůjezdný z důvodu mimořádné události



Přínosy liniového řízení dopravy

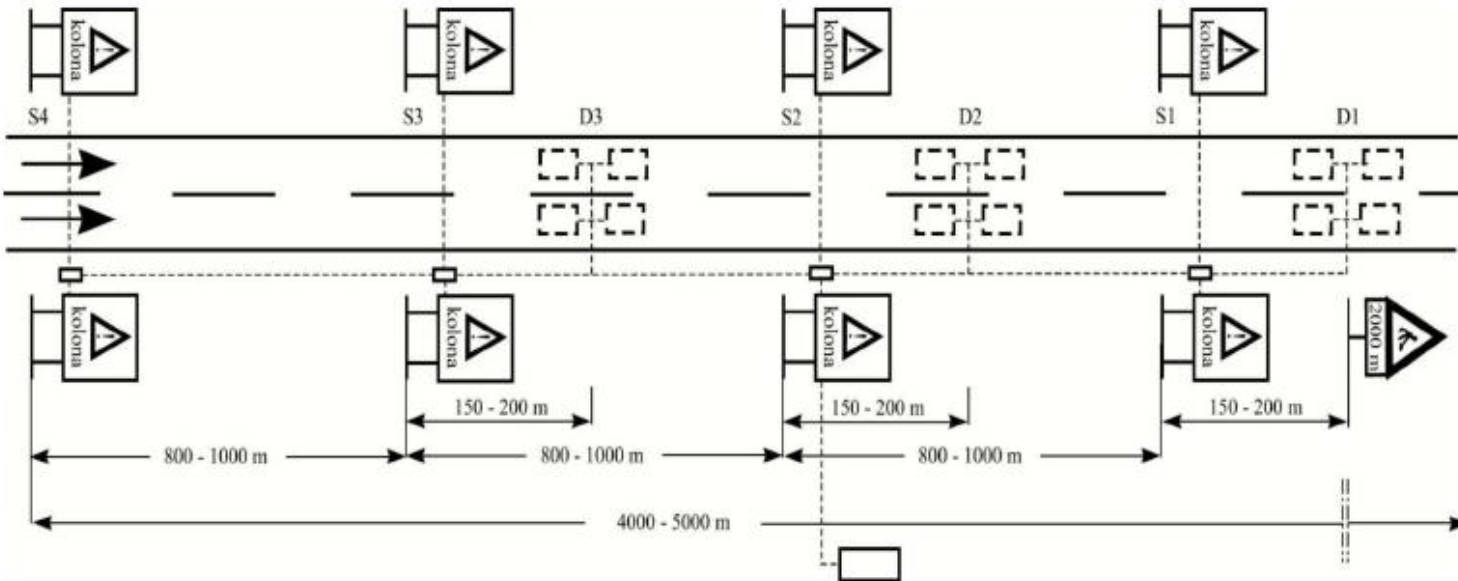
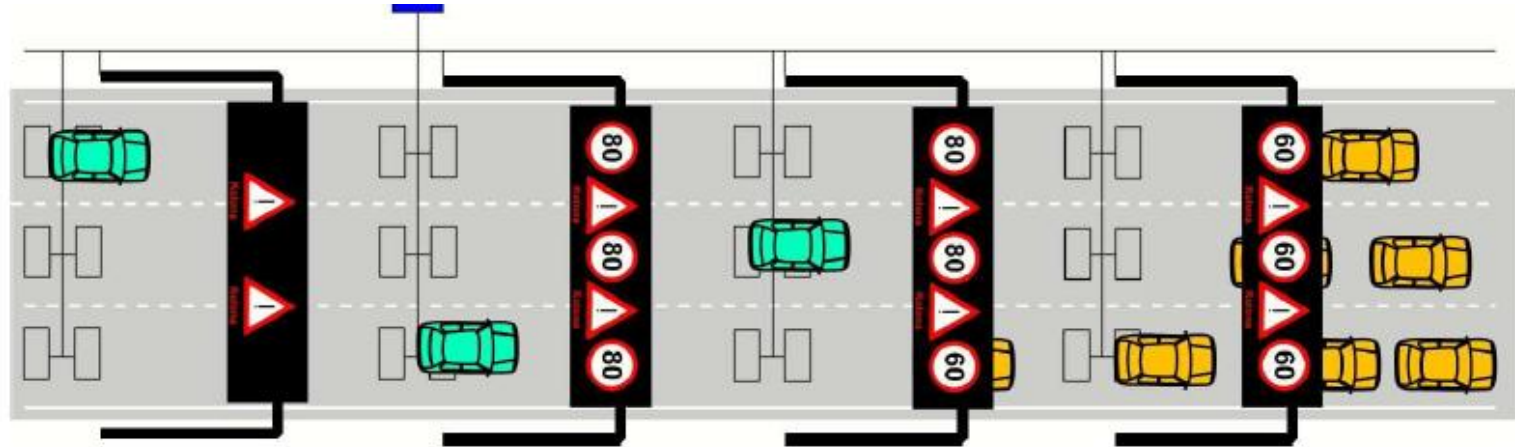
- ❑ Zvýšení kapacity komunikace (praxe ... až o 15 %)
- ❑ Snížení rizika nehody (praxe ... pokles nehod až o 30 %)
- ❑ Eliminace rizika druhotné nehody
- ❑ Zkrácení jízdních časů a zvýšení plynulosti provozu
- ❑ Snížení negativních vlivů dopravy na životní prostředí



Portály liniového řízení dopravy:

- ❑ D1 (směr Praha) 11 portálů
- ❑ SOKP (směr Plzeň) 16 portálů
- ❑ SOKP (směr Brno) 18 portálů

RLTC



Liniové řízení dopravy



Spínání varovných značek



A 22 - Jiné nebezpečí – vozidlo v protisměru

Detekce – automatická detekce pomocí nesprávného směru jízdy přes detektory

Aktivace – potvrzením operátora dopravy



A 23 - Kolona

Detekce – automatická detekce na základě tří kritérií (obsazenosti, rychlosti, dopravního rušení)

Aktivace – potvrzením operátora dopravy



A 27 - Nehoda

Detekce – volání účastníků a svědků nehody, volání SOS hláskami, zpráva od IZS, videodetekce

Aktivace – zadáním operátora dopravy



A 22 - Jiné nebezpečí – zvíře na vozovce, předmět na vozovce, odstavené vozidlo

Detekce – volání účastníků silničního provozu, informace od složek IZS, SOS kabiny

Aktivace – zadáním operátora dopravy



A 24 - Náledí

Detekce – informace z meteohlásek o stavu komunikace (sníh, led, námraza, možnost namrzání)

Aktivace – potvrzením operátora dopravy



A 8 - Nebezpečí smyku

Detekce – informace z meteohlásek o stavu komunikace (sníh, led, námraza, možnost namrzání)

Aktivace – potvrzením operátora dopravy



A 26 - Mlha

Detekce – informace z meteohlásek o viditelnosti

Aktivace – potvrzením operátora dopravy



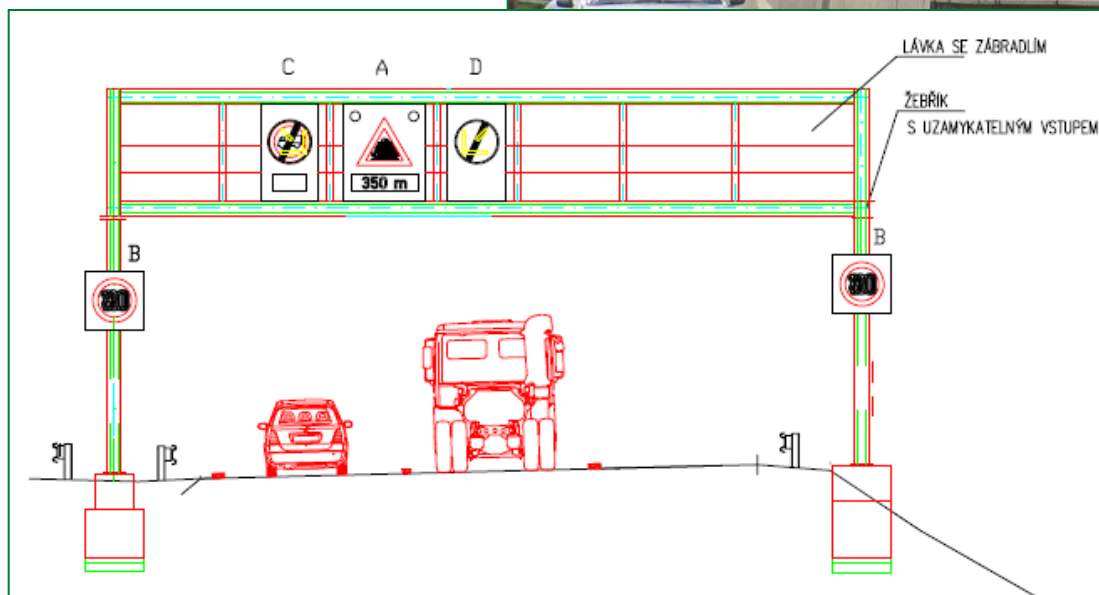
A 15 - Práce na silnici

Detekce – oznámení

Aktivace – zadáním OD

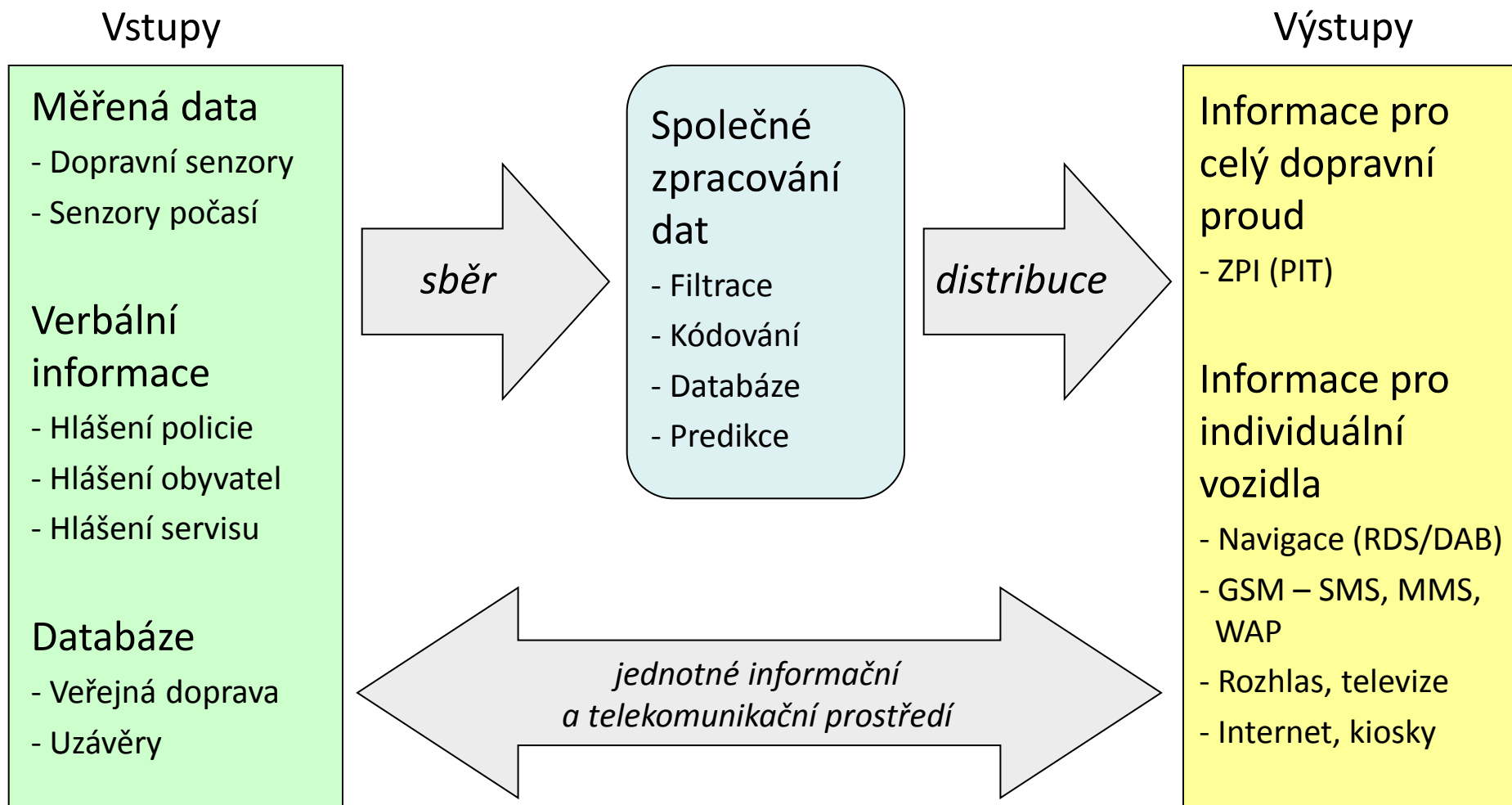
Příklad portálu liniového řízení

- Běžně v Německu na městských okruzích
- ČR – SOKP (Pražský okruh), D1 u Prahy



- Řezy s PDZ po cca. 1 km
- Měřicí řezy 150-200 m před portálem PDZ
- Agregáčnící interval měření < 5 min
- Snižování rychlosti po 20 km/h
- Princip opakování značek

Základní koncept dopravně informačního systému

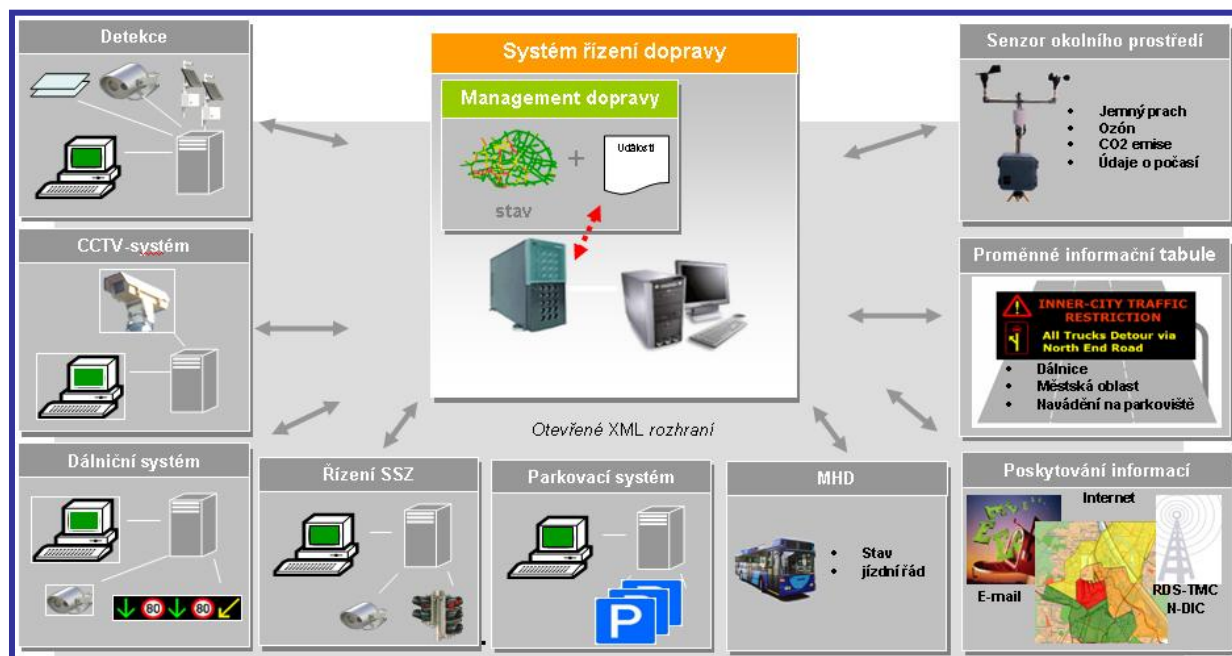


Druhy dopravně informačních systémů

- Zelená vlna – rozhlasové vysílání, verbální podoba, bez prognózy
- RDS-TMC – rozhlasové vysílání, kódový přenos zpráv, bez prognózy
- PIT, vozidlové displeje – doby jízdy, kongesce, nehody, uzavírky, práce na silnici, atd.
- Sofistikované systémy – dynamické a detailní informace
 - Vozidlové displeje nebo displeje mobilních zařízení ve vozidlech
 - Oboustranná komunikace mezi vozidlem a informačním centrem
 - Poloha vozidel, trasy, doby jízdy, délky stání, počet zastavení, atd.
 - Propojení s řídicími systémy – využití reálných informací z vozidel pro řízení dopravy
 - Propojení s navigačními systémy – vyhledání alternativních tras v digitální mapě
- Informace před jízdou – informační kiosky, Internet, televize

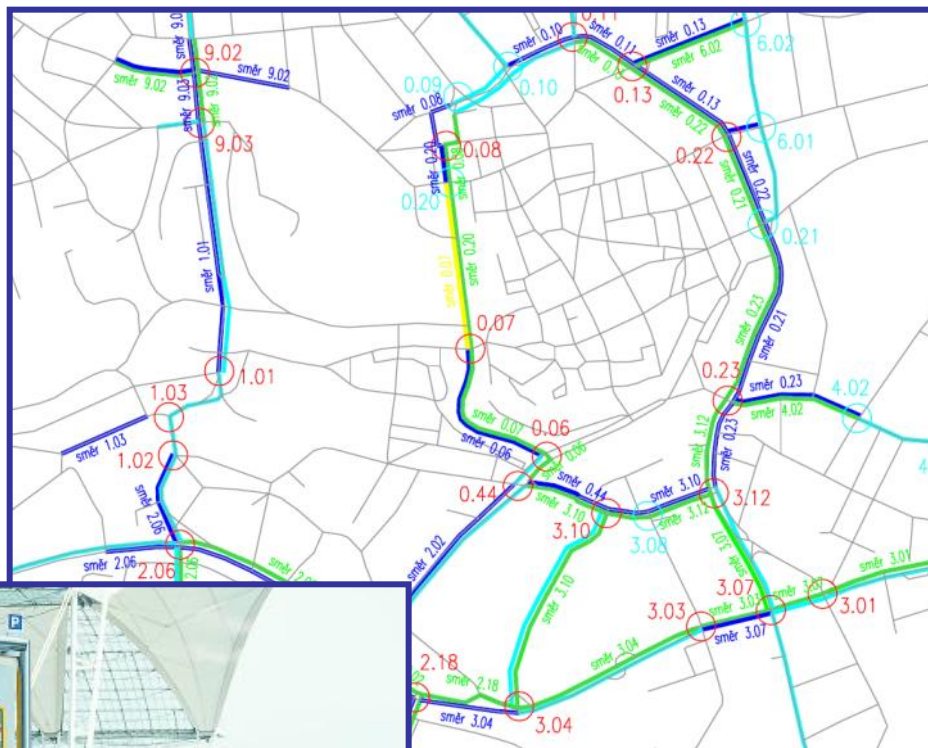
DIC – Dopravní informační centrum

- Integruje dopravní technologie
- Sbírá dopravní data a informace
- Poskytuje dopravní informace
- Ovlivňuje dopravu



Zdroje informací pro DIC

- Dopravní ústředny
- Tunelové systémy
- Parkovací systémy
- Snímače povětrnostních podmínek
- Kamerové systémy
- Dopravní informace MHD



Sběr dat – meteorologie

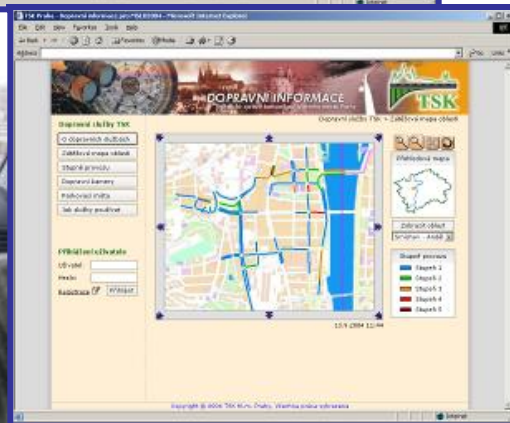
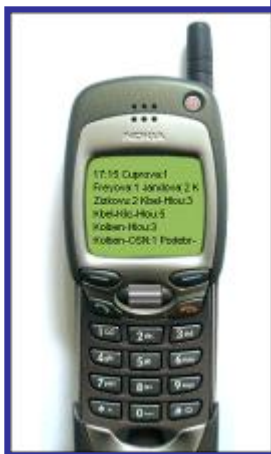
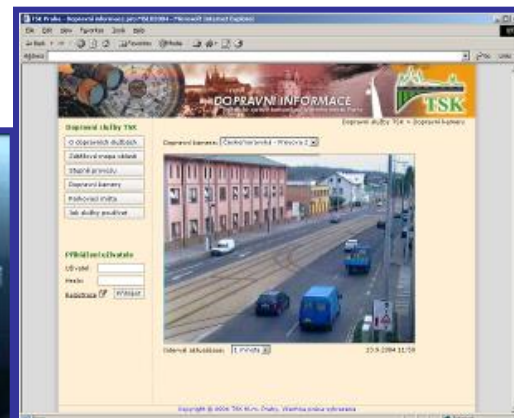
- ❑ Teplota povrchu vozovky
- ❑ Koncentrace soli v okolí detektorů
- ❑ Tloušťka vodní vrstvy nad senzorem
- ❑ Kvalifikace povrchu vozovky (led sních)
- ❑ Bod mrznutí chemicky ošetřené vozovky
- ❑ Atmosférické srážky
- ❑ Teplota vzduchu
- ❑ Vlhkost
- ❑ Rosný bod



Technické prostředky pro šíření dopravních informací

□ Poskytování informací o aktuální dopravní situaci s využitím různých informačních kanálů

- Zařízení pro provozní informace
- Navigace s RDS-TMC/DAB
- GSM (SMS/MMS)
- DSRC
- Rozhlas a televize
- Internet
- Kiosky



TFIS – informační systém pro celý dopravní proud

Traffic Flow Information System

- Řízení informováním řidičů pomocí zařízení pro provozní informace (ZPI)
 - Nejčastěji proměnné informační tabule (PIT)
 - Umístění vedle komunikací nebo na portálech nad komunikací
- Využití expertních systémů, predikce na dobu 30 minut
- Důležitá je věrohodnost informací
- Komunikace s PIT
 - K displeji nápis
 - Z displeje stav, výpadky napájení (nutnost nepřerušného napájení), potvrzení změny nápisu
 - Metalické vedení, optické vedení, rádiové spojení, GSM-SMS



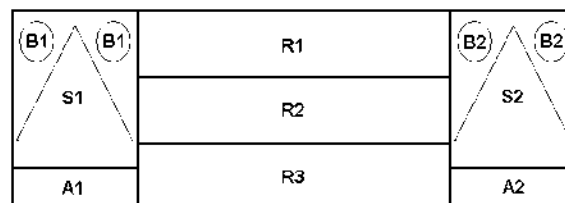
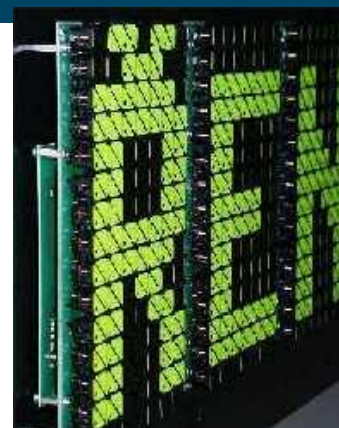
Proměnné informační tabule v Praze

- V Praze od roku 2006, kdy bylo dodáno prvních 14 ks
- Zejména v okolí tunelů
- Povelování značek může provádět operátor nebo probíhá v autonomním režimu (např. zpráva typu „Strahovský tunel uzavřen“ je generována řídicím systémem automaticky)
- Možnost modifikace nápisu centrálně nebo místně
 - V případě místního zadání výběr z variant nebo zadání z klávesnice
- Rádioová komunikace
 - Spojení s řídicím centrem prostřednictvím radiové sítě TETRA
- Generování grafiky a textu (na základě povelovacích zpráv) provádí řídicí jednotka



Technologie PIT

- ❑ Technologie: bistabilní elementy, světlovody, LED
- ❑ Pouze nápisy (dálnice) nebo plná grafika (města)
- ❑ Velikost písma 320 mm (dálnice), 240 mm (město)
- ❑ Plně grafická plocha je rozdělena na virtuální oblasti do kterých je zobrazen symbol dopravní značky nebo vygenerována bitmapa s textem
- ❑ Stávající bistabilní technologie bude postupně nahrazena plně grafickou LED technologií
- ❑ Porovnání pozitiv a negativ jednotlivých technologií informačních displejů

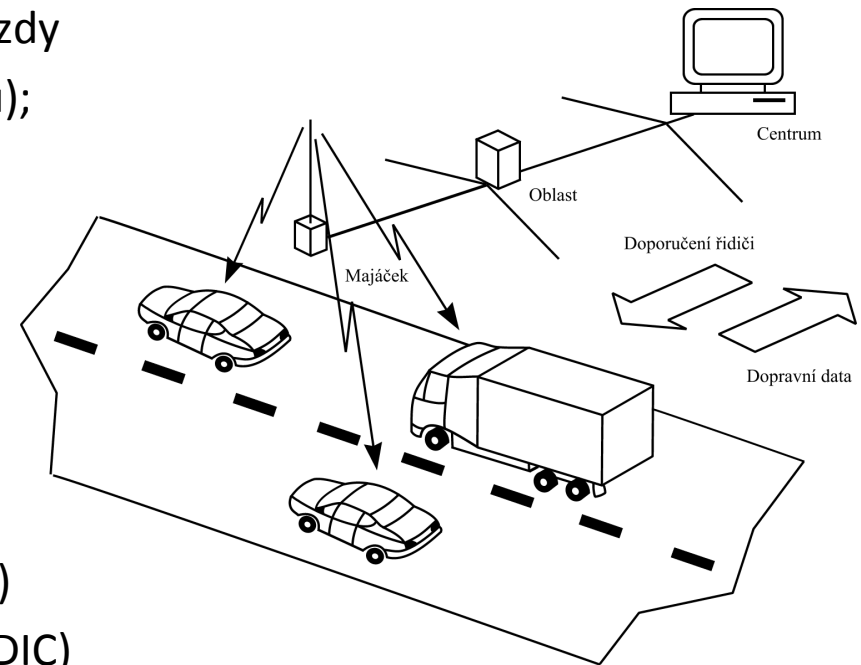


Vlastnost	Bistabilní	Světlovody	LED
Čitelnost na přímém slunci	++	+	–
Čitelnost v noci	–	+	+
Energetická spotřeba	++	–	–
Závislost na výpadku energie	++	–	–
Spolehlivost	+	++	++
Životnost	+	+	+

VICS – informační systém pro individuální vozidlo

Vehicle Information and Communication System

- Nutná palubní jednotka pro komunikaci s informačním centrem
 - Rozhlasový přijímač
 - Extra OBU jednotka (často s informačním displejem)
- Komunikace jednosměrná (k vozidlu, pasivní) nebo obousměrná (aktivní) → plovoucí vozidla, dynamický popis dopravy
 - K vozidlu – dopravní informace a trasy jízdy
 - Z vozidla – informace o poloze (průjezdu); vozidlo vysílá informace → „plovoucí“ vozidlo → modelování zátěží na síti
- Požadavek na kódování informace o poloze a trase jízdy (ochrana osobních údajů)
- Architektura – 3 úrovně
 - Komunikace s vozidlem (majáček)
 - Oblastní dopravně informační centrum (soustřeďování informací z více majáčků)
 - Hlavní dopravně informační centrum (NDIC)



System RDS-TMC

Radio Data System – Traffic Message Channel

- Rozhlasová centrála vybavena RDS technikou, která přidá k audio signálu i digitální signál → digitální informace v pásmu VKV
- Strojová interpretace zakódovaných zpráv v koncovém zařízení – krátká zpráva na displeji nebo hlasový výstup
 - Převoditelné do jakéhokoli jazyka – záleží pouze na přijímači – tj. i v zahraničí možnost přijímat zprávy v rodném jazyce
 - Syntetizované hlasové informace dle databáze ve vozidle
- Příp. vyvolání hlasové informace z vysílání i při jiné poslouchané rozhlasové stanici
- Většinou celoplošné – nadbytečné informace, ale snaha o oblastní vysílání → lokální centra – cílené vysílání do daných oblastí
- Vstupy do RDS – informace z dopravní centrály (primárně z měřicích míst), policie, autokluby (ÚAMK), asistenční služby, servisní služby
- Novější přístroje – selekce oblasti, směru, komunikace, možnost výběru okruhu zpráv
- O systém TMC se stará mezinárodní sdružení – TMC Forum www.tmcforum.com

System RDS-TMC

Radio Data System – Traffic Message Channel

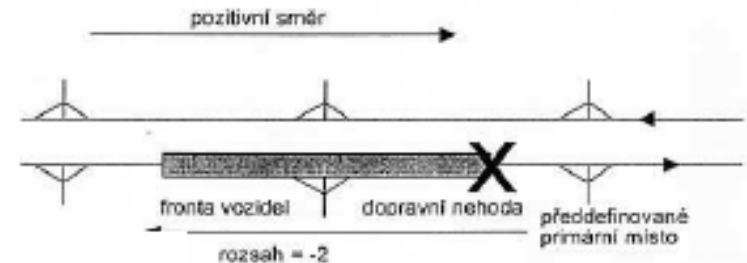
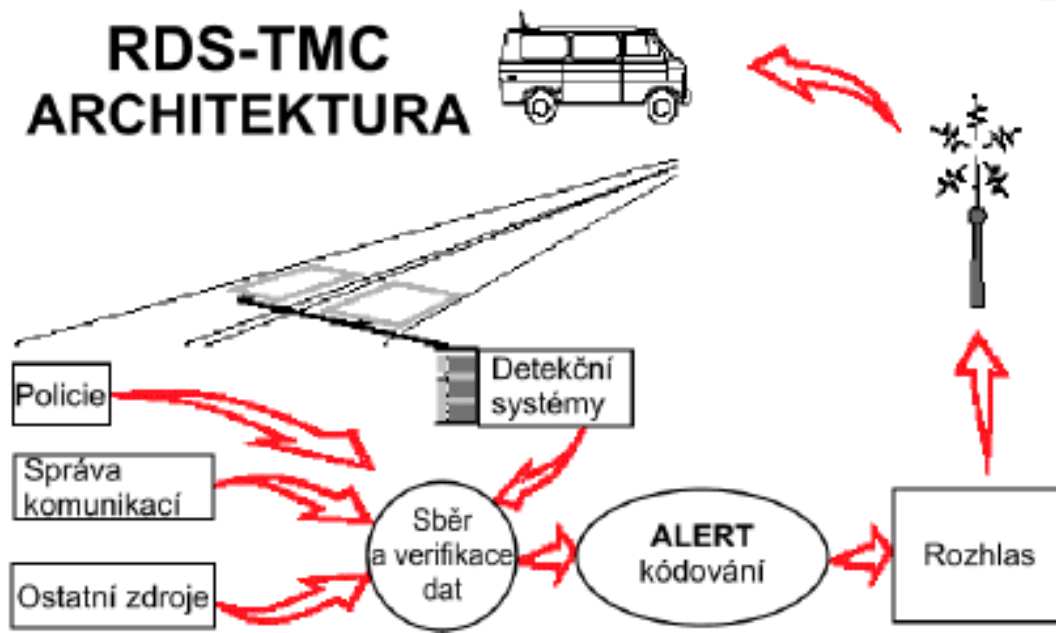
- ❑ Formát zprávy standardizován na evropské úrovni – většina zemí EU – databáze kódovaných slov
- ❑ Konstantní délka zprávy, předem definovaná pole, významnost zpráv dána četností jejich opakování
- ❑ Rychlost přenosu 37 bit/s, standardně až 30 zpráv během 1 minuty
- ❑ Automatické generování zpráv, kódování protokolem ALERT-C
- ❑ ALERT (Agreed Layer of European RDS-TMC)
- ❑ Položky zprávy (35b):
 - 11b událost (kolona v délce...) – Katalog událostí (EN/ISO)
 - 16b místo (oblast, úsek, bod)
 - 1b směr události
 - 3b rozsah události – řetězcem až 7 kroků prostřednictvím sousedních míst
 - 3b trvání – závisí na povaze události
 - 1b doporučení objížd'ky (ano: 1, ne: 0)
- ❑ Nevýhoda – rozšiřování komunikační sítě → potřebná nová databáze do vozidel

System RDS-TMC

Radio Data System – Traffic Message Channel

- Architektura systému RDS-TMC
- Kódování zpráv

RDS-TMC ARCHITEKTURA



Událost o rozsahu -2 (znaménko - udává negativní směr oproti předdefinovanému směru; ovlivnění dopravy se projevuje až k druhému sousednímu místu TMC)

System RDS-TMC

Radio Data System – Traffic Message Channel

□ Příklad kódovacího SW

The screenshot shows the RDS-TMC coding software interface. At the top, there are tabs for Location 1, Location 2, Event, 2nd Event, 3rd Event, Recommendation, Time specifications, Diversion, Administration, and History. Below the tabs, there is a dropdown menu for 'Deutschland 1 V2.05'. The main area is divided into two panes. The left pane shows a list of locations (A1 to A21) under the heading 'Autobahn'. The right pane shows a table with columns: Designation, Inf..., Info 2, Info 3, Info 4, and Info 5. The table contains data for various locations, including Wandlitz, Lanke, Finowfurt, Buckowsee, Werbellin, Britz, Joachimsthal, Pflingstberg, Warnitz, Gramzow, Uckermark, Schmölln, Penkun, and Grenzübergang Pomellen. At the bottom, there is a status bar with the text 'A11 Stettin To AD Uckermark' and 'border Grenzübergang Pomellen traffic congestion expected until 06.21.01 04:45 pm, due to an earlier incident'.

Designation	Inf...	Info 2	Info 3	Info 4	Info 5
Wandlitz	Panketal	14	15		
Lanke	Wandlitz	13	17	62	
Finowfurt	Eberswalde				
Finowfurt	Eberswalde	12		60	
Buckowsee	Barnim-N...				
Werbellin	Barnim-N...	11			
Britz	Joachims...	10			
Joachimsthal	Joachims...	9			
Pflingstberg	Gerswalde	8			
Warnitz	Gramzow	7			
Gramzow	Gramzow	6			
Uckermark	Gramzow				
Schmölln	Gramzow	5			
Penkun	Uecker-R...	4	35	42	
Grenzübergang Pomellen	Uecker-R...	1			

The screenshot shows the RDS-TMC coding software interface with a list of events. The left pane shows a list of event categories: LEVEL OF SERVICE, EXPECTED LEVEL OF SERVICE, ACCIDENTS, INCIDENTS, CLOSURES AND LANE RESTRICTIONS, CARRIAGEWAY RESTRICTIONS, EXIT RESTRICTIONS, ENTRY RESTRICTIONS, TRAFFIC RESTRICTIONS, CARPOOL INFORMATION, ROADWORKS, OBSTRUCTION HAZARDS, DANGEROUS SITUATIONS, ROAD CONDITIONS, TEMPERATURES, PRECIPITATION AND VISIBILITY, WIND AND AIR QUALITY, and ACTIVITIES. The right pane shows a list of events with their corresponding icons and descriptions.

Event
accident, traffic being directed around acci
all accidents cleared, no problems to report
accident
serious accident
multi-vehicle accident
accident involving a heavy lorry
accident involving hazardous materials
fuel spillage accident
chemical spillage accident
vehicle fire
accident in the opposing lanes
accident involving a bus
accident cleared
message cancelled
oil spillage accident
overturned vehicle

The screenshot shows the RDS-TMC coding software interface with a list of search results. The left pane shows a list of search results: Search result, Favourites, Vehicles, Warnings, Speeds, Instructions, Lane usage, Positions, Places, Reasons, Winter driving, Suggestions, Qualifiers, Directions, and Courtesy. The right pane shows a list of events with their corresponding icons and descriptions.

Event
drive carefully
keep your distance
test your brakes
observe signals
cross junction with care
no overtaking
overtake with care
use headlights
use fog lights
do not leave your vehicle
switch off engine
close all windows. Turn off heater and vents
use hard shoulder as lane
do not drive on the hard shoulder
only travel if absolutely necessary
drive with extreme caution
approach with care

System RDS-TMC

Radio Data System – Traffic Message Channel

□ Přídavný displej RDS-TMC

□ Panel rozhlasového přijímače RDS-TMC



System DAB pro dopravní informace

Digital Audio Broadcasting

- ❑ Vyšší zvuková kvalita proti analogu, nové datové možnosti – větší objemy lépe strukturovaných informací
- ❑ FM 174 – 240 MHz, L pásmo 1452 – 1492 kHz
- ❑ Rychlost přenosu 8000 b/s
- ❑ GB – BBC většina území
- ❑ Možné využití infrastruktury RDS-TMC
- ❑ Možnost využití TMC, formát kódování např. TPEG (*Transport Protocol Experts Group*)
- ❑ Přístroj – sběrnice I2C (audio-video)
- ❑ Možnost přenášet libovolné informace o libovolné lokalitě – kartografické souřadnice, názvy komunikací atp. (+ digitální mapa)
- ❑ Souřadnice nových lokalit v centrální databázi – není třeba aktualizovat databázi ve vozidle
- ❑ Zatím příliš nákladné pro koncové uživatele
- ❑ Malé rozšíření systému DAB napříč Evropou



System GSM pro dopravní informace

Global System for Mobile Communications

- ❑ Pro plánování trasy (před jízdou, během jízdy) (+ digitální mapa) – nutnost znát kongesce, nehody, uzávěry (→ SMS)
- ❑ Do SMS/MMS možno zakódovat segment mapy v okolí vozidla → aktuální dynamické informace na displej ve vozidle nebo na displej mobilu (nejsou třeba digitální mapy ve vozidle)
- ❑ Totéž pomocí WAP – Berlín a okolí, časem všechna velká německá města a dálnice
- ❑ Časem možnost hledání aktuálně nejrychlejšího spojení
- ❑ Vstupy – policie v terénu, dopravní ústředny, střediska údržby, letecký dohled, informace od řidičů → centrum řízení dopravy → GSM
- ❑ Možnost lokalizace informací (dle jednotlivých BTS)
- ❑ Řidič zadá pozici a cíl, nebo oblast, nebo název komunikace, zašle na tel. číslo → je informován o kolonách, nehodách, uzavírkách, práci na silnici apod.
- ❑ Ekonomická bilance – v případě služeb zdarma je podstatně více uživatelů
 - Španělsko – bezplatná služba – 8000 policistů, 17 helikoptér, 5 dopravních ústředen, každých 5 minut obnovovány informace

System DSRC pro dopravní informace

Dedicated Short-Range Communications

- ❑ Komunikace na krátké vzdálenosti
- ❑ Pro řízení i informování
- ❑ Obousměrná komunikace mezi vozidlem a majáčky podél komunikace
- ❑ Palubní jednotka ve vozidle (OBU), databáze v informačním centru
- ❑ Pásmo infračervené nebo 5,8 GHz
- ❑ Řídicí systém získává celou řadu informací o jízdě vozidel vybavených OBU
- ❑ Statická data – geodata sítě, polohy majáčků, hodnoty satureovaných toků + dynamická data z vozidel
- ❑ Dynamická data z OBU (doba jízdy, doba stání, počet zastavení, pozice a časy zastavení, druh vozidla, zdroj a cíl cesty (nutná ochrana osobních údajů))



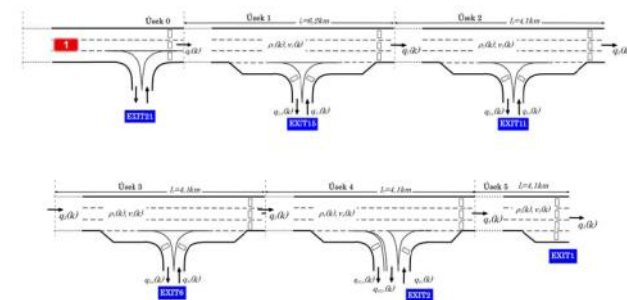
Informační kiosky (informace před cestou)

- Nádraží, terminály MHD, nákupní centra – obvykle PC, dotyková obrazovka, tiskárna
- Vstup – začátek a cíl cesty, datum a čas odjezdu
- Výstup
 - Optimální trasa – nejrychlejší, nejkratší, nejnižší spotřeba
 - Alternativní trasa
 - Mapa na vyžádání
 - Možnost využití veřejné dopravy (aktualizované JŘ)
- Nutná uživatelská přístupnost – obsluha, jazyky
- Projekt ROMANSE (ROad MANagement System for Europe)
 - kiosky Southampton, Winchester
 - 50 % vliv informací pro výběr trasy
- **Prokázán vliv na mobilitu obyvatelstva při informování před cestou (kiosky, Internet)**



Dopravní excesy

- Typy dle dynamiky vývoje
 - Dopravní excesy I. druhu – kongesce
 - Dopravní excesy II. druhu – nehody
- Identifikace dopravních excesů – dopravní modely
 - Zjišťování kongescí
 - Klasifikátory dopravy
 - Odhadování nehod
 - Přímé metody (videodetekce)
 - Nepřímé metody
 - Dopravní detektory
 - Algoritmy a modely
- Identifikace na dálnicích je oproti městu snadná a přesnější
- Pokud nastane nehoda a systém ji rozpozná, je možná zpětná vazba pro řidiče pomocí liniového řízení a zařízení pro provozní informace – dopravní proud pak může být na příštím sjezdu odkloněn a směřován jinou trasou

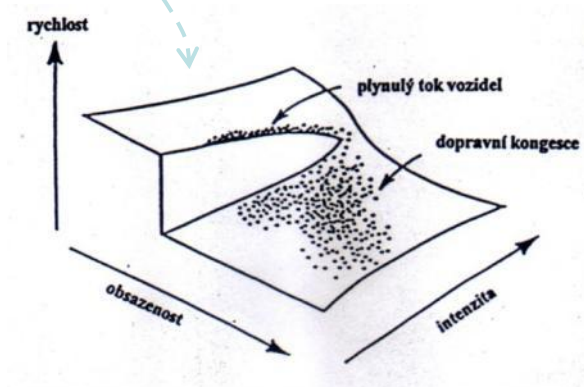
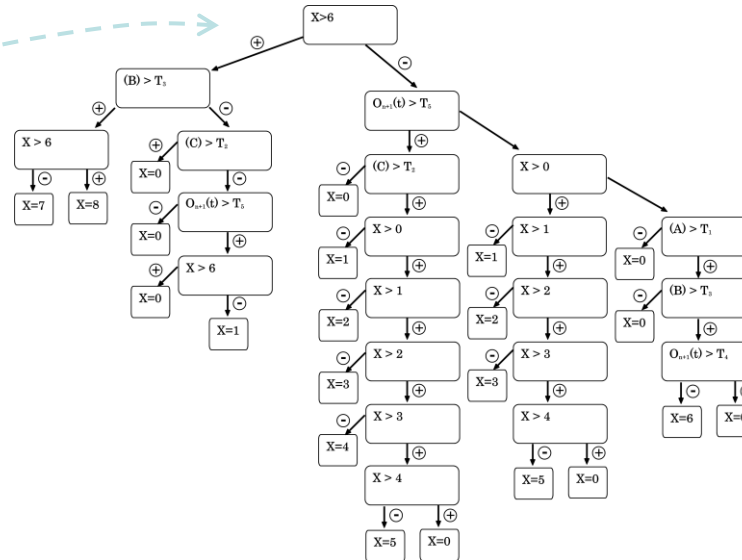


Algoritmy AID

Automatic Incident Detection

□ Příklady algoritmů

- Kalmanovy filtry
- Kalifornský algoritmus
- TSC algoritmus 7 a 8
- Bangův algoritmus
- Bayesovský algoritmus
- ARIMA modely
- Algoritmus PATREG
- McMasterův algoritmus
- Teorie chaosu



□ Kategorie algoritmů

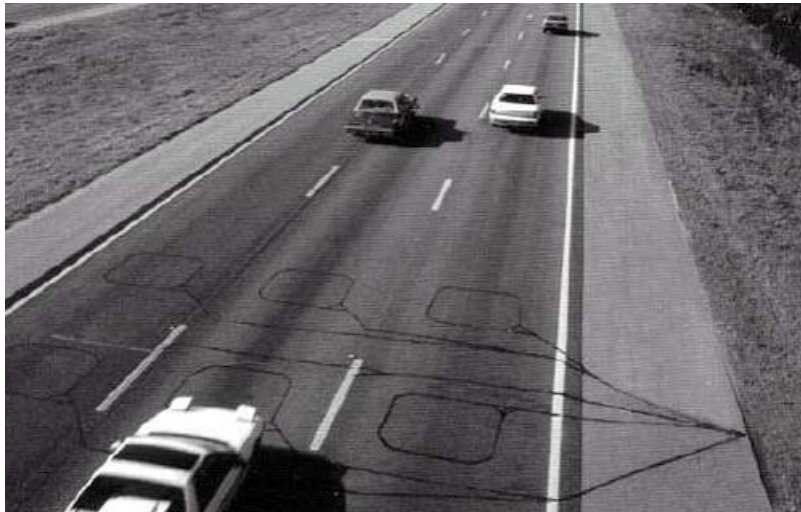
- Komparativní
- Statistické
- Založené na časových řadách
- Filtrující / vyhlazující
- Modelující dopravu
- Založené na umělé inteligenci
- Založené na zpracování obrazu

Algoritmy AID

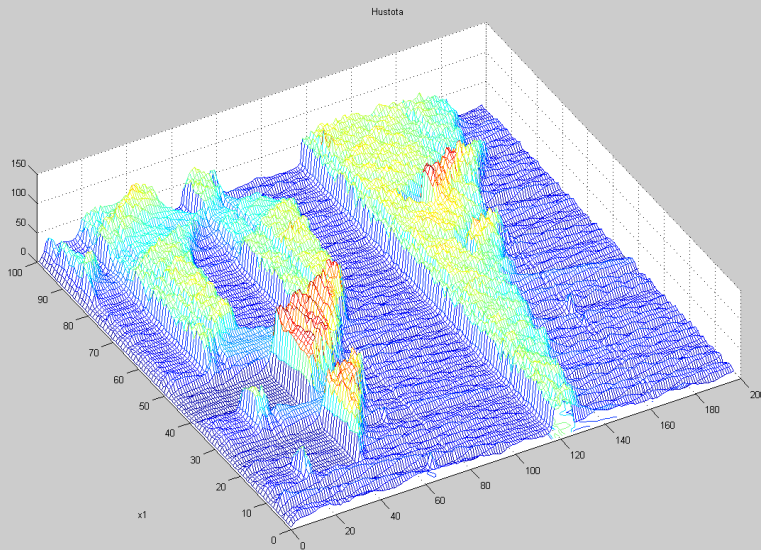
Automatic Incident Detection

Zdroje dat pro AID algoritmy

- ❑ Smyčkové detektory
- ❑ Videodetekce
- ❑ Plovoucí vozidla (firemní vozy s GPS)
- ❑ eCall (systém automatického hlášení nehod pomocí GSM a GPS)
- ❑ SOS hlásky na dálnicích a v tunelech
- ❑ Informace od policie a řidičů

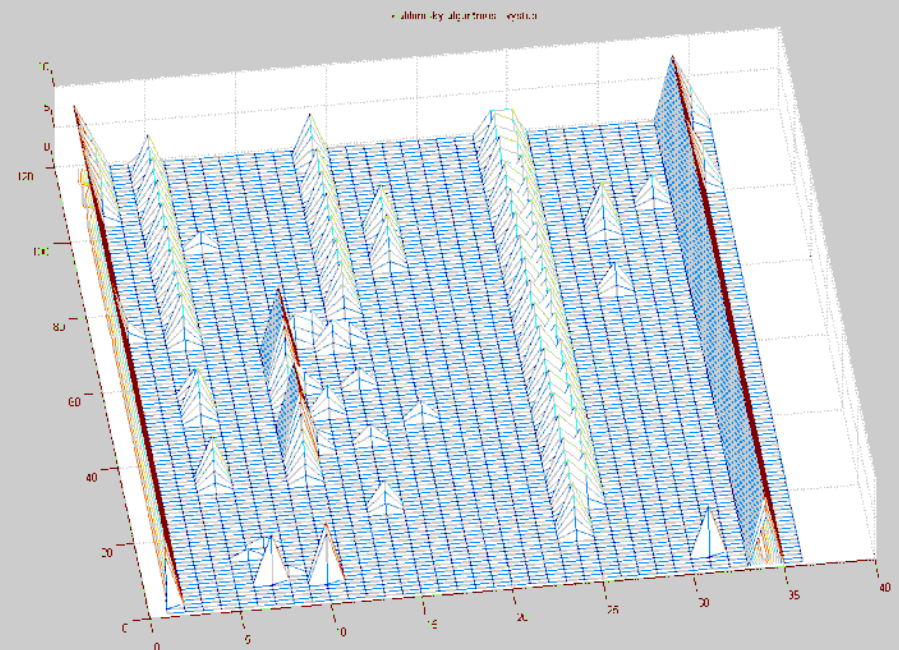


Příklad identifikace excesů na dálnici

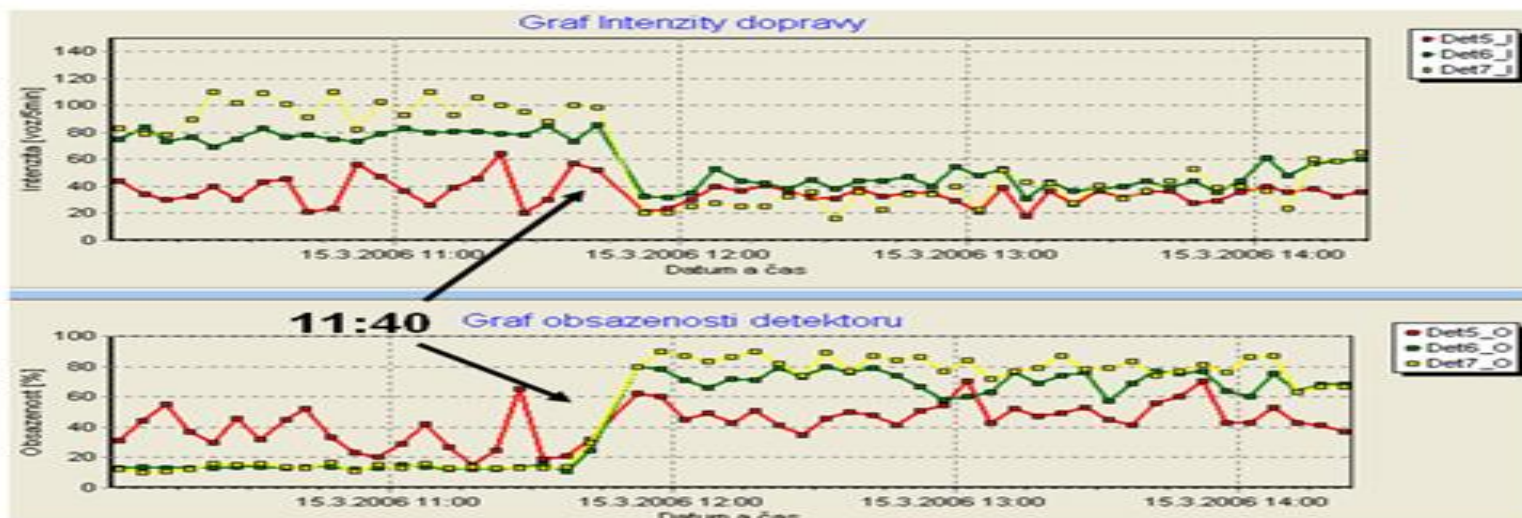


Hustota na D1 mezi Exit 21 a Exit 1

Identifikace excesů dle Kalifornského algoritmu



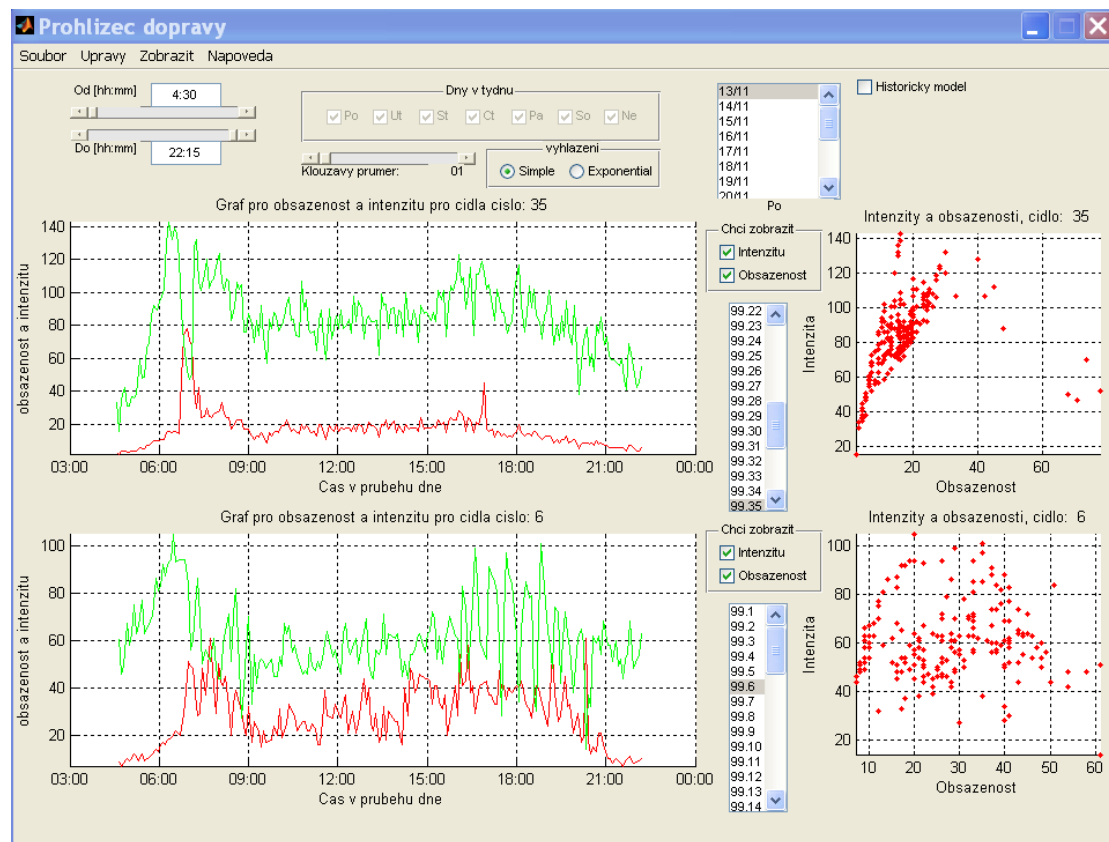
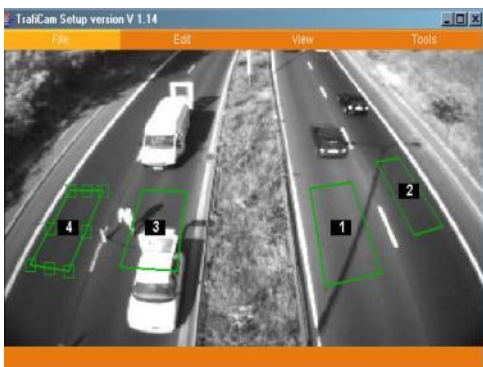
Testy na Jižní spojce v Praze



Místo nehody

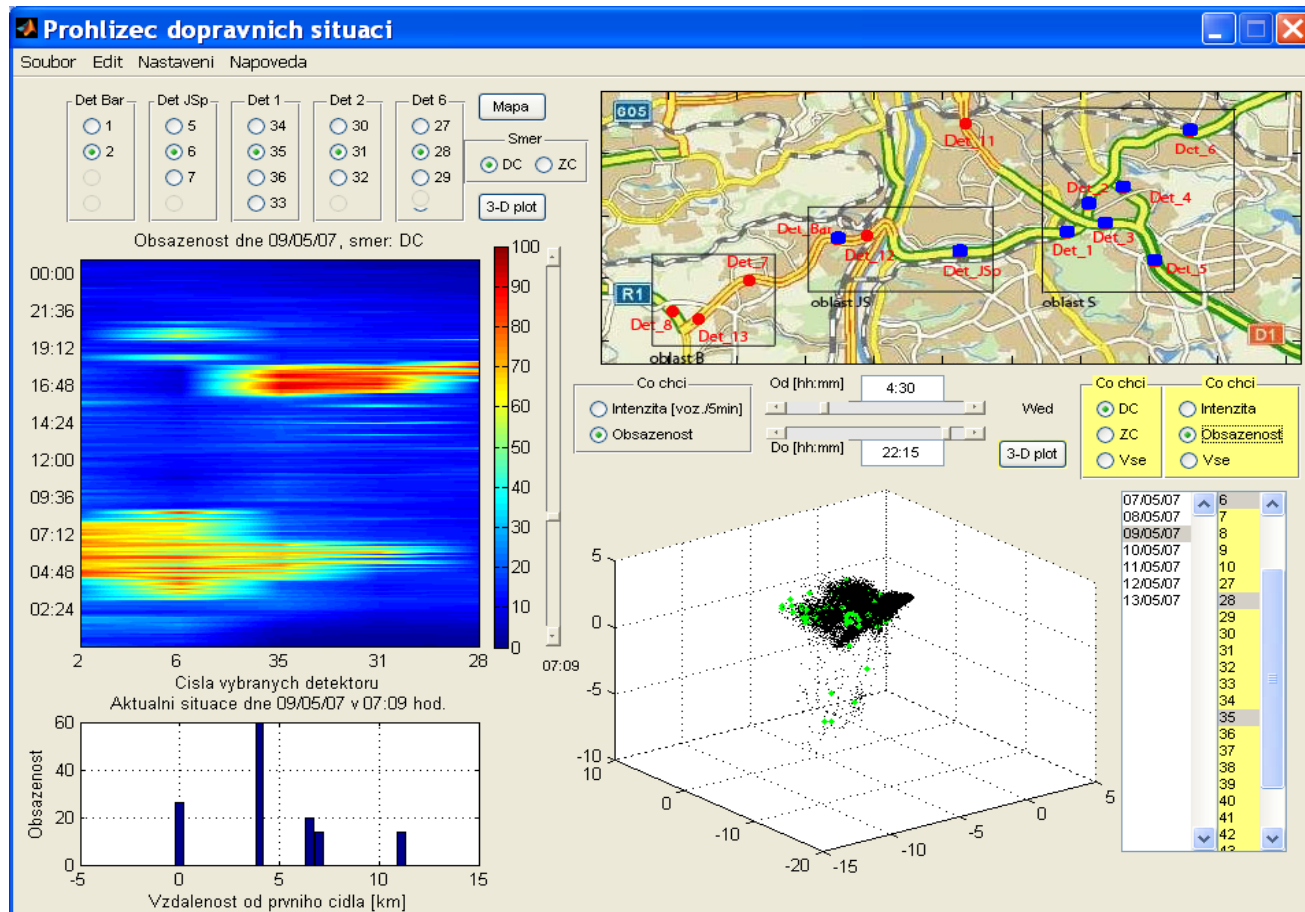
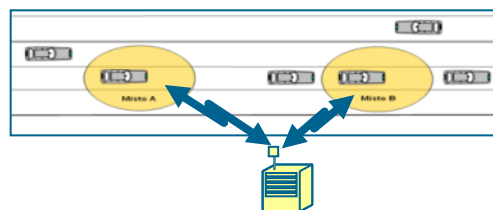
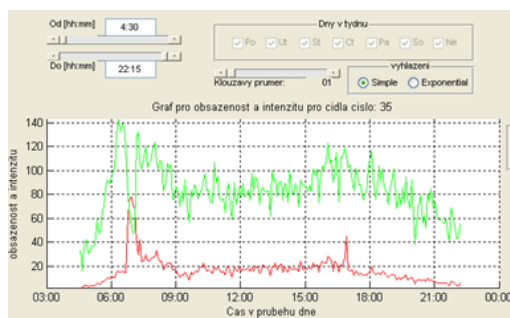
Fúze a využití dat pro odhad excesů

- ❑ Zdroje dat – detektory, sčítače, liniové řízení
- ❑ Předzpracování dat
- ❑ Využití dat
- ❑ On-line distribuce dat
 - Liniové řízení
 - Informační systémy
 - Varovné systémy
- ❑ Dopravně inženýrsky
- ❑ Statistické účely



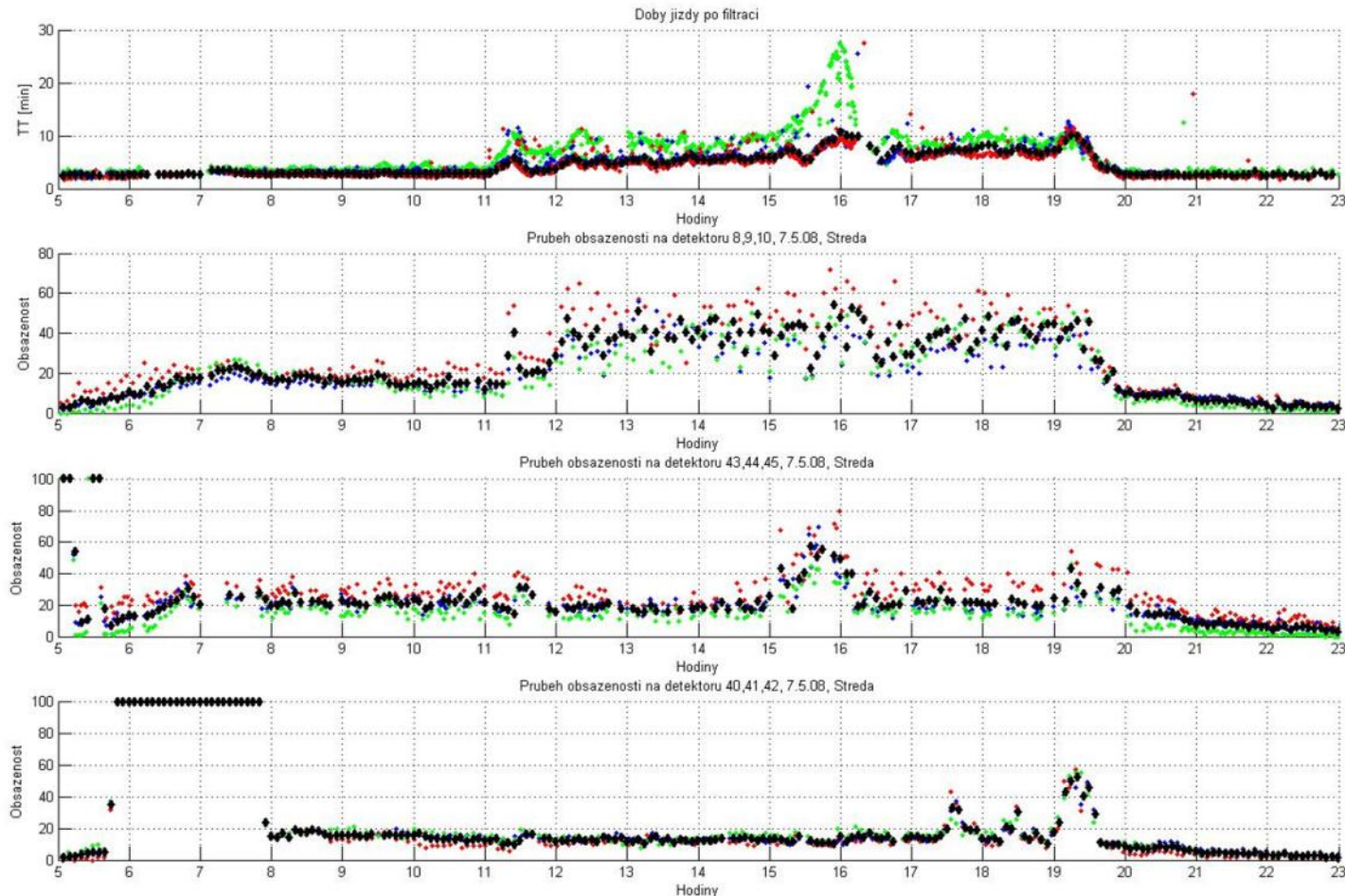
Hybridní model pro odhadování dob jízdy

- Kombinace údajů z plovoucích vozidel a dopravních detektorů
- Penetrace plovoucích vozidel je nízká
→ nutno kombinovat s daty z dopravních detektorů
- Pilotní testy na Jižní spoje v Praze



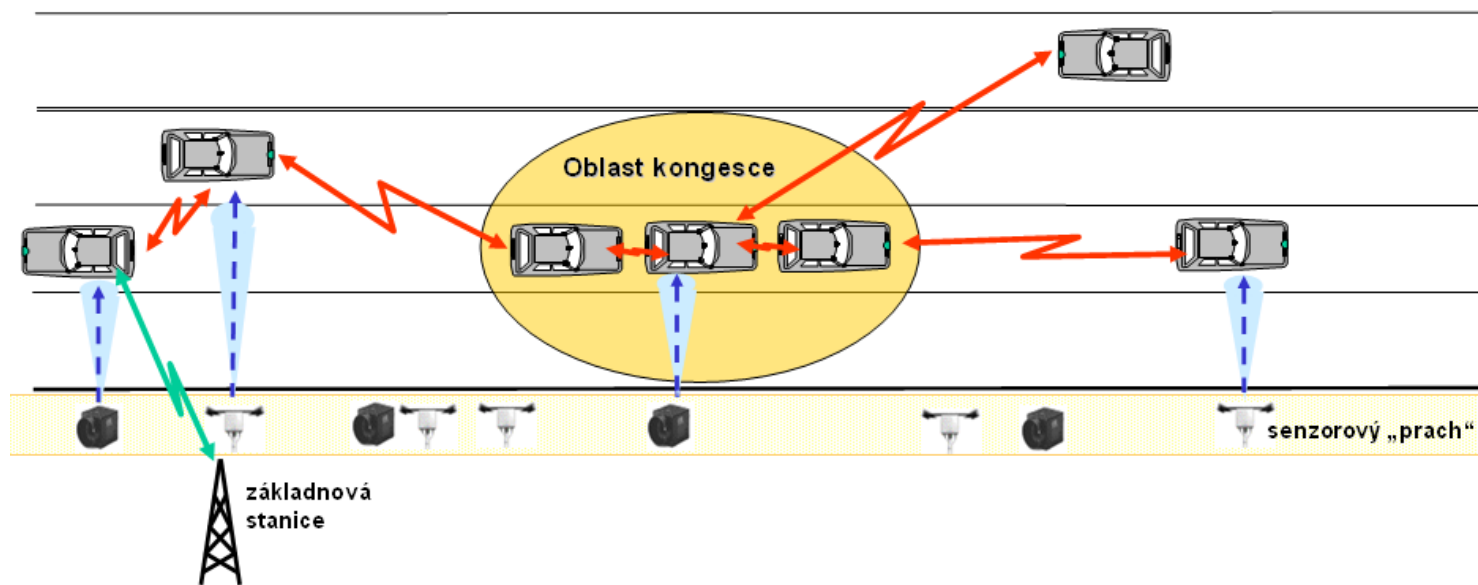
Hybridní model pro odhadování dob jízdy

□ Porovnání dopravních parametrů a dob jízdy



Idea kooperativních systémů

- ❑ Dálnice vybavená levnými senzory „sensors dust“
- ❑ „inteligentní“ senzory poskytují informace do vozidla
- ❑ Další informace poskytují vozidla dle charakteru jízdy
- ❑ Přenos informace mezi vozidly (ad hoc síť)
- ❑ Přímé bezpečnostní dopady



Mobilní distribuovaný systém

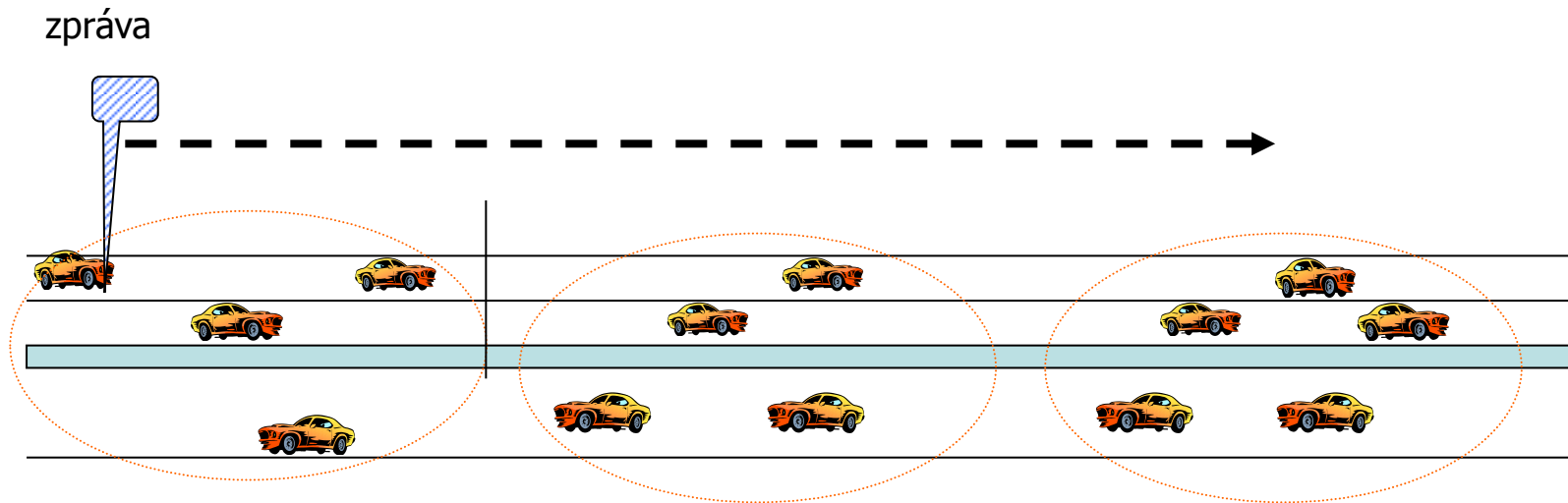


Aplikace

- Kolize: varovný i bezpečnostní systém
 - Nezřetelná vozidla
 - Vjezd do kongescí
- Monitorování dopravy
- Spolupráce s vozidly s právem přednosti v jízdě
- Varování před nebezpečnými místy
- Multimediální přístup
- Dopravní a cestovní informace
- Zábava

Prostorový problém

- Jak rychle se může šířit informace
 - Pozice vozidel (rozložení)
 - Rychlost vozidel
 - Topologie sítě
 - Jednosměrný či obousměrný provoz

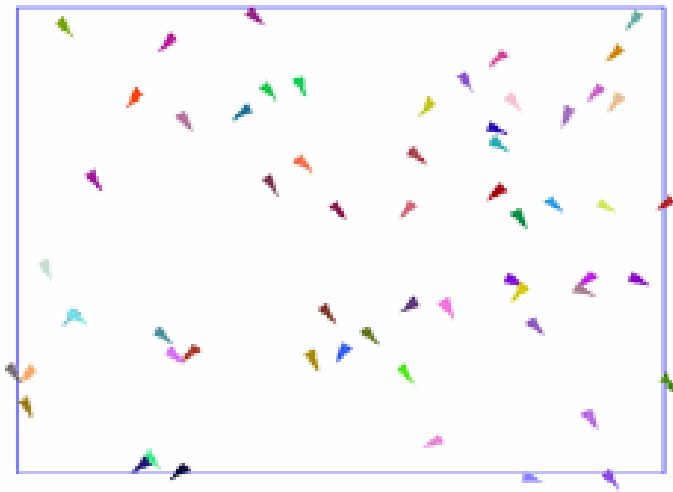


Multiagentní systémy – definice

- Nová metoda modelování
 - Autonomní, vzájemně reagující agenty
- Agent
 - Nezávislá entita
 - Primitivní reakce na okolí až po adaptivní inteligence
 - Základní vlastnost: nezávislá rozhodnutí
 - Typické charakteristiky
 - Agent je **identifikovatelný**: diskrétní „individuum“ s množinou charakteristických vlastností; agent má rozlišitelné hranice
 - Agent je **situovaný**: je zasazen do prostředí, kde reaguje s ostatními agenty; má protokol pro interakci
 - Agent je **cílově orientován**: dosahuje cílů dle svých vlastností
 - Agent je **autonomní**: má funkce reagující na dané situace

Multiagentní systémy – příklad

- Hejnová organizace (ptáci, ryby)
- Tři pravidla
 - Kohese (soudržnost): agent se drží svého souseda
 - Separace: agent se brání kolizi se sousedem
 - Vyrovnání: agent směřuje ve směru většiny hejna



počáteční stav

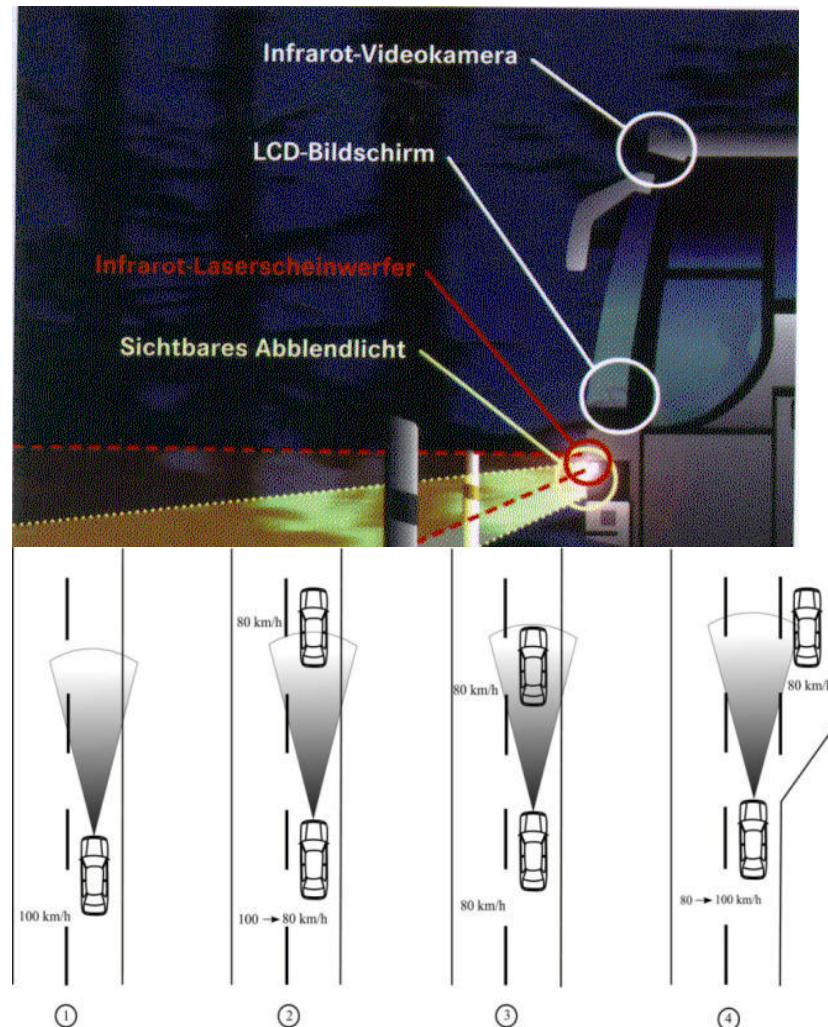


po 500 iteracích

Intelligentní vozidlo

ADAS – Advanced Driver Assistance Systems

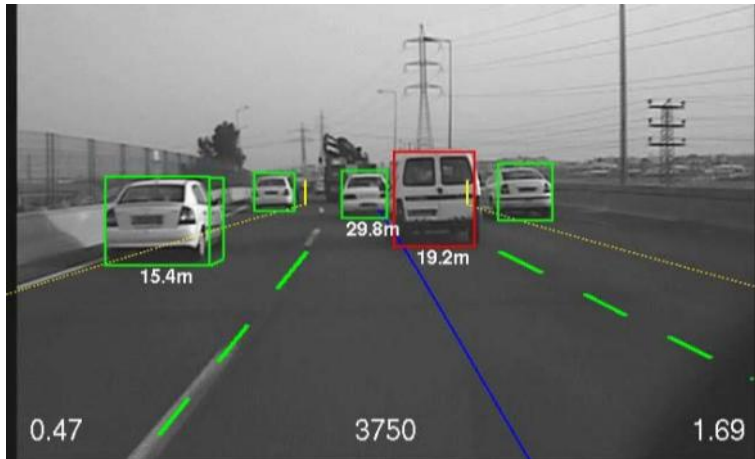
- Systém pro podporu řízení vozidla
- Možné funkce
 - Monitorování stavu vozovky
 - Detekce překážek
 - Sledování délkového odstupu
 - Noční vidění
 - Vedení vozidla ve stopě
 - Automatické brzdění před překážkou
 - Automatizované předjíždění
 - Varování při neúmyslném vybočení z jízdního pruhu
 - Varování o možné kolizi s vozidlem vpředu
 - Adaptivní tempomat (virtuální vlak)
 - Natáčení světel do zatáčky
 - Asistent dálkových světel
 - Identifikace mikrospánků (sledování očí)
 - Rozpoznávání dopravních značek
 - Detekce chodců
- Komunikace inteligentního vozidla
 - Komunikace s řídicím centrem
 - Komunikace v rámci kooperativních systémů



Intelligentní vozidlo

ADAS – Advanced Driver Assistance Systems

□ Adaptivní tempomat



□ Měření časového odstupu



Zdroj: Mobileye

□ Měření vzdálenosti jízdních pruhů



□ Detekce chodců

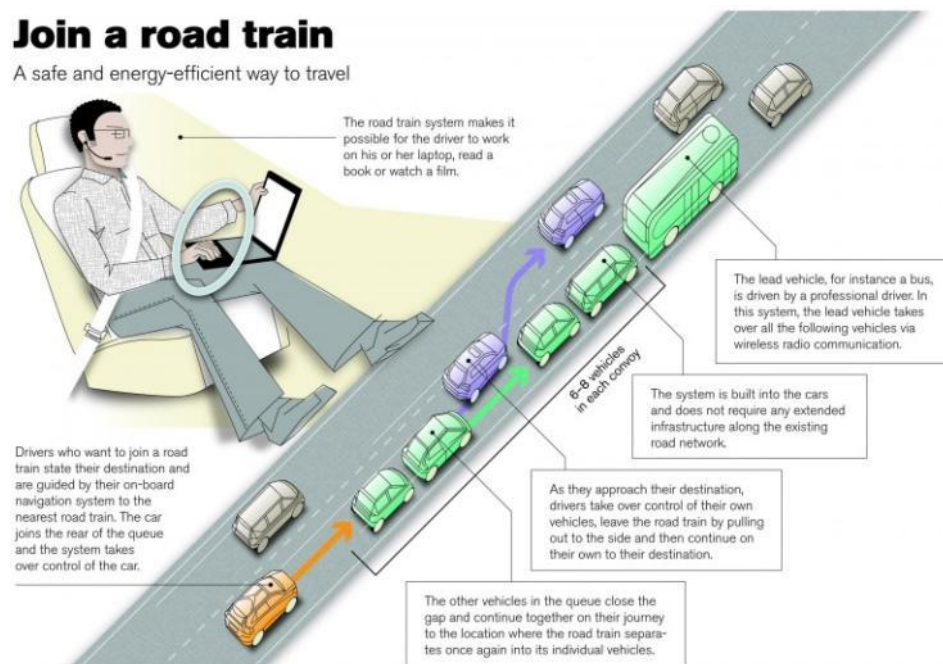


Inteligentní dálnice

- ❑ Infrastruktura podél komunikace
- ❑ Senzory a aktory
- ❑ Telekomunikační prostředí
- ❑ Řídicí a monitorovací centrum
- ❑ Informace řidičům (RDS-TMC)
- ❑ Liniové řízení dopravy (RLTC)
- ❑ Ramp metering
- ❑ HOV lanes

Join a road train

A safe and energy-efficient way to travel



Literatura

- ❑ Příbyl P., Mach R.: Řídicí systémy silniční dopravy, vydavatelství ČVUT, 2003
- ❑ Příbyl P.: Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika, vydavatelství ČVUT, 2005
- ❑ Příbyl P., Svítek M.: Inteligentní dopravní systémy, BEN, 2002
- ❑ Tichý T.: Řídicí systémy dopravy – Dopravní telematika, ČVUT 2004
- ❑ Krajčír D.: Management dálnic (SOKP – D1), přednáška 2010

- ❑ H:\Studenti\K620 UIS
- ❑ www.lss.fd.cvut.cz/members/tichy/dokumenty-k-vyuce



ÚVOD DO INTELIGENTNÍCH DOPRAVNÍCH SYSTÉMŮ

Děkuji za pozornost

Doc. Ing. Tomáš Tichý, Ph.D.

Ing. Vladimír Faltus

Ing. Martin Spěváček

tichy@lss.fd.cvut.cz

