PŘEDNÁŠKA

2

DOPRAVNÍ TELEMATIKA – definice, přínosy, telekomunikační prostředí

Definice dopravní telematiky (Inteligentních dopravních systémů)

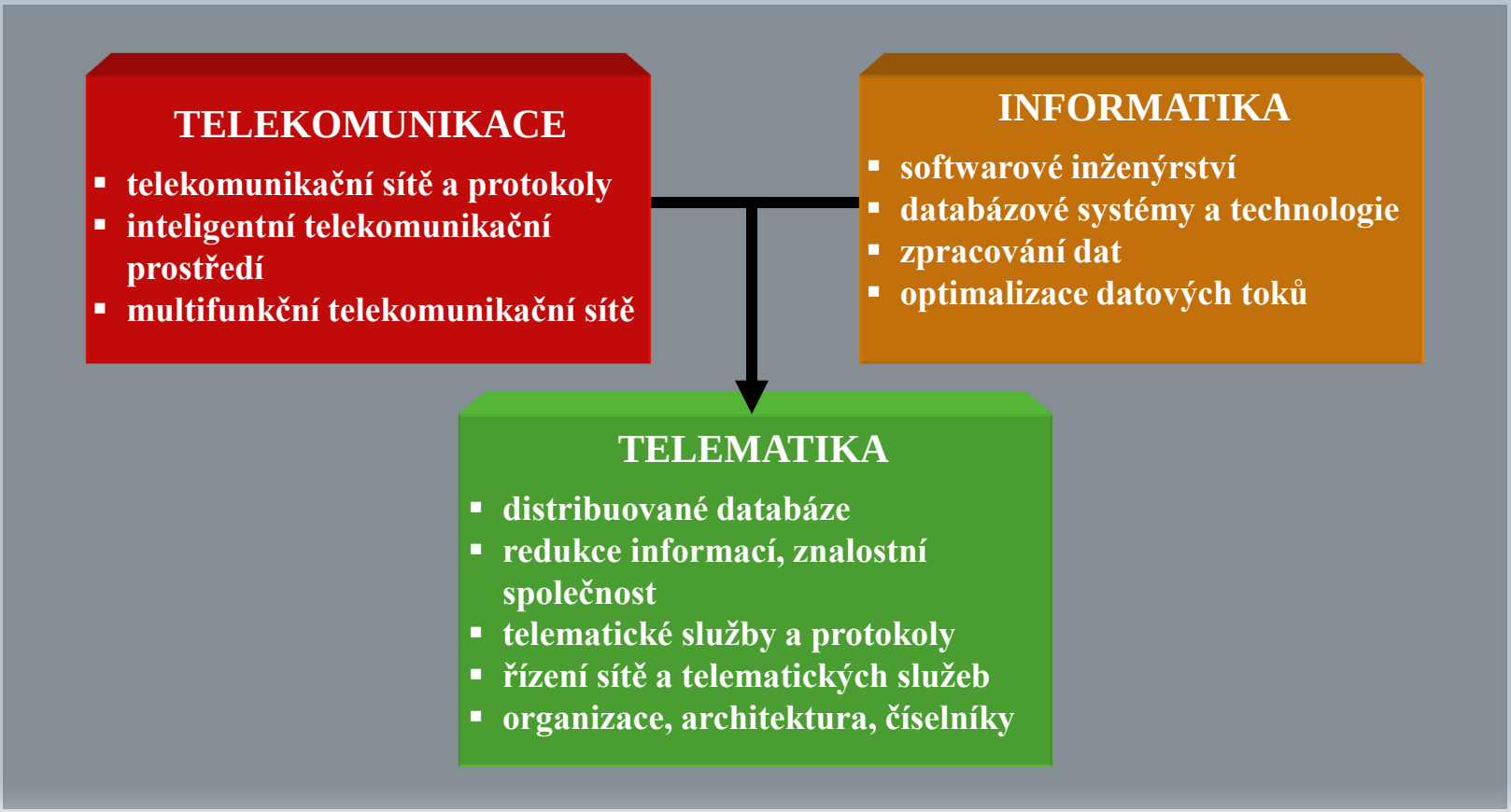
Telematika a Inteligentní dopravní systémy

- Slovo TELEMATICS poprvé použito v r. 1978 Simonem Norou a Alainen Mincem ve zprávě „L'Informatisation de la société“ (Komputerizace společnosti)
- Vznikla ze slov TELEkomunikace and inforMATIKA

- V podobném významu se používá i pojem Inteligentní dopravní systémy (ITS)
  - telematika – pojem se používá převážně v Evropě
  - ITS – pojem převažuje v USA

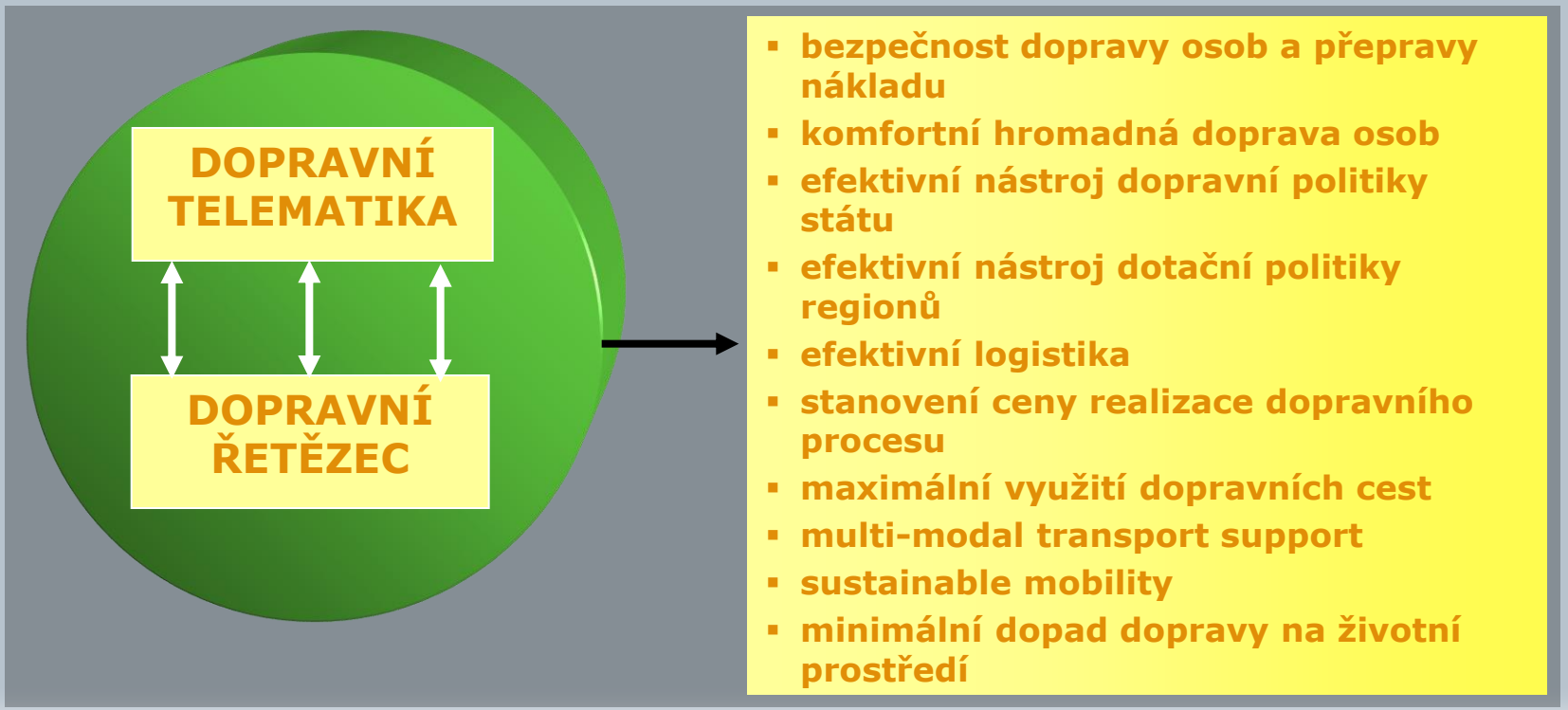
Definice TELEMATIKY

- **Telematika** je systémově inženýrský obor, zabývající se tvorbou a účelným využitím informačního prostředí pro homeostatické procesy (kompenzace rušivých vlivů pro zachování silných procesů dle definovaných kritérií, např. komfort, ekonomika, atd.) územních celků až po globální síťová odvětví.



Definice dopravní telematiky

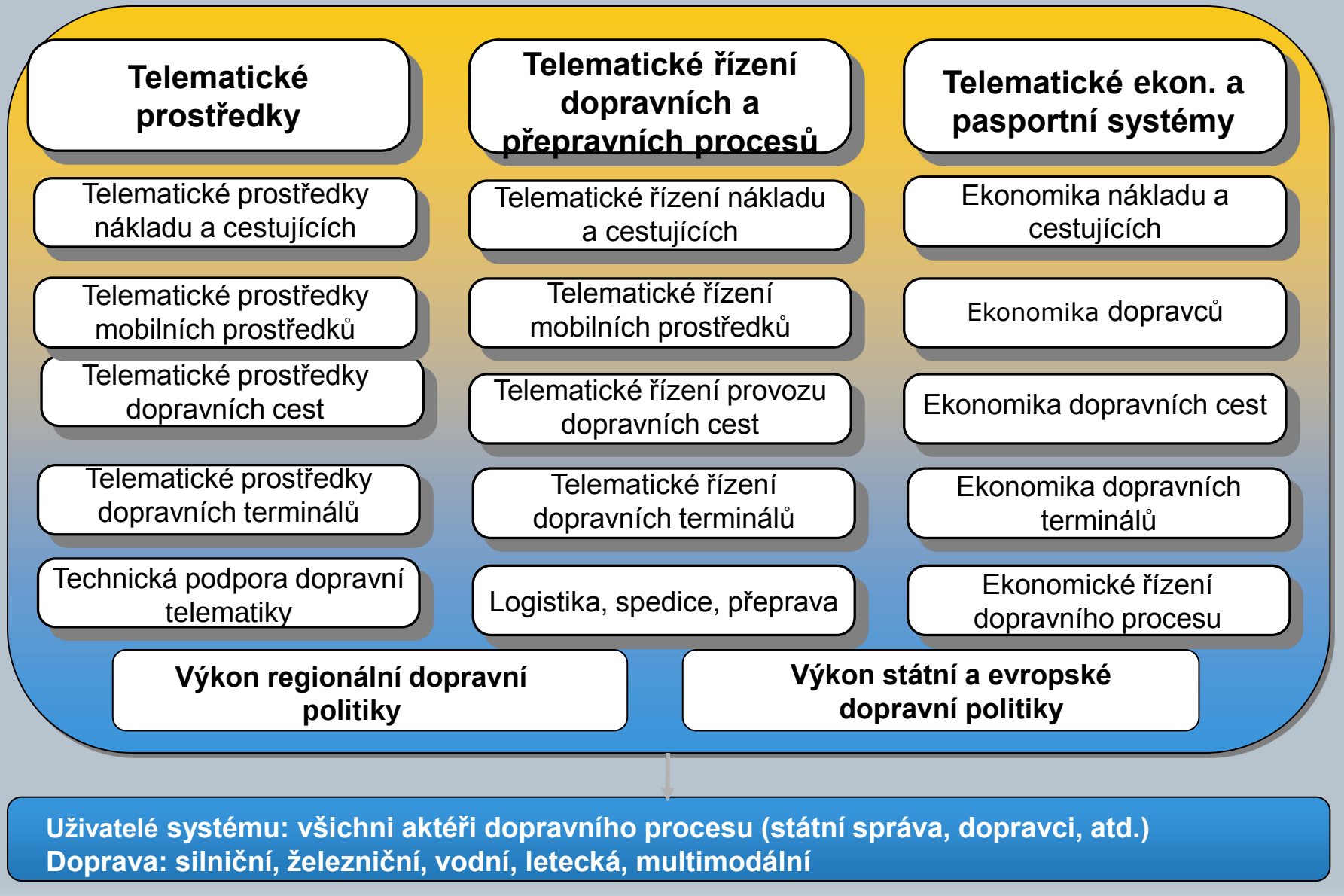
- **Dopravní telematika (ITS)** integruje informační a telekomunikační technologie s dopravním inženýrstvím tak, aby se pro stávající infrastrukturu zajistily systémy řízení dopravních a přepravních procesů (zvýšily přepravní výkony, stoupla bezpečnost a zvýšil se komfort cestujících)
- Hlavním cílem dopravní telematiky je poskytování služeb na několika úrovních: pro cestující a řidiče (uživatele), správce infrastruktury, přepravce, bezpečnostní a záchranné složky, finanční a řídicí subjekty.



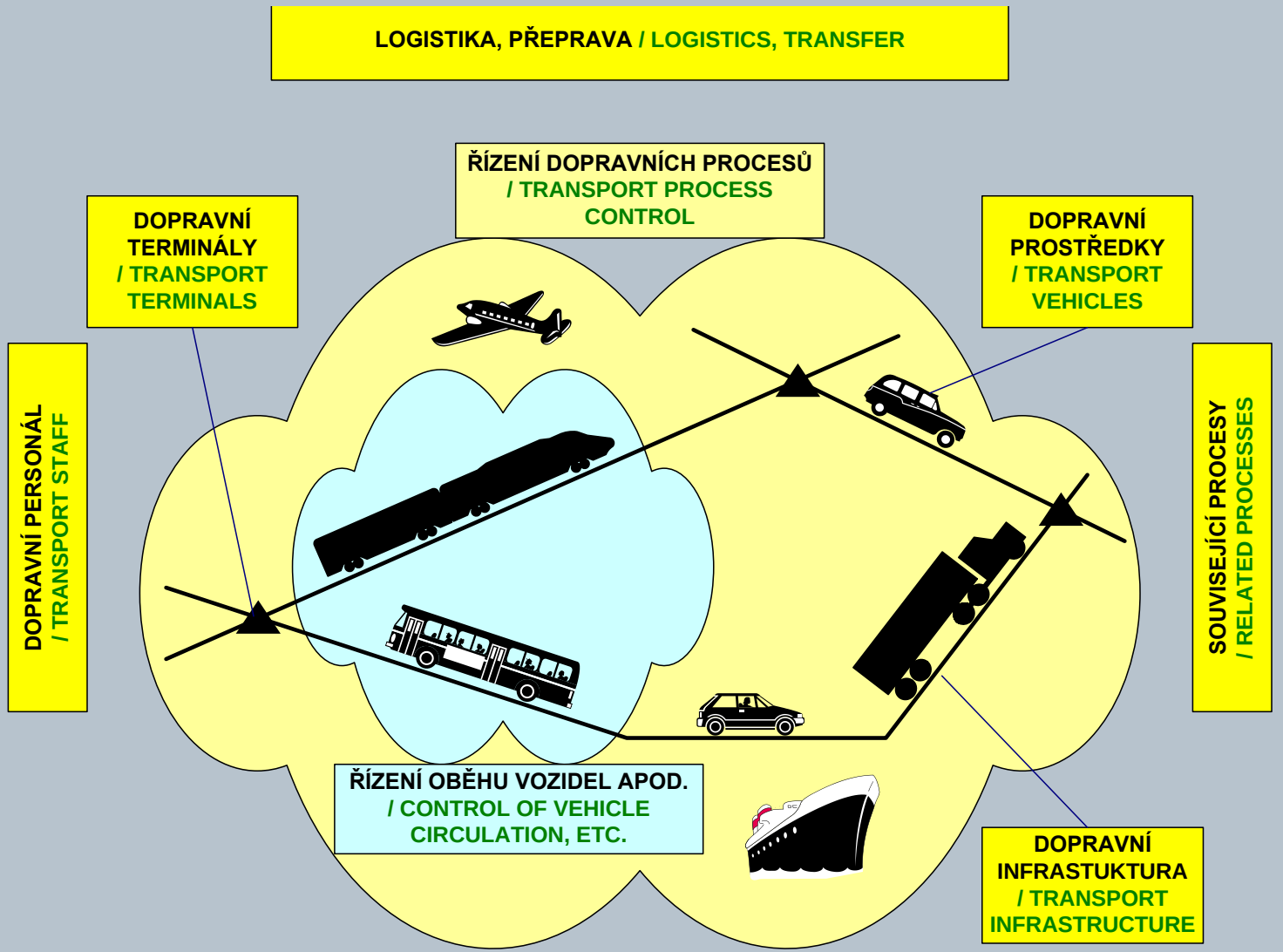
Definice ITS (podle asociace ITS-EduNet)

- „ITS integruje telekomunikační, elektronické a informační technologie s dopravním inženýrstvím za účelem plánování, návrhu, provozu, údržby a řízení dopravních systémů
- Toto propojení má za cíl zvýšení bezpečnosti, kvality a efektivity dopravních systémů pro osobní i nákladní dopravu a optimalizaci využití přírodních zdrojů a minimalizaci vlivu na životní prostředí
- Pro dosažení těchto cílů ITS využívá procesy, systémy a zařízení ke sběru, přenosu, analýze a distribuci dat a informací mezi mobilními subjekty, dopravní infrastrukturou a aplikacemi informačních technologií.“

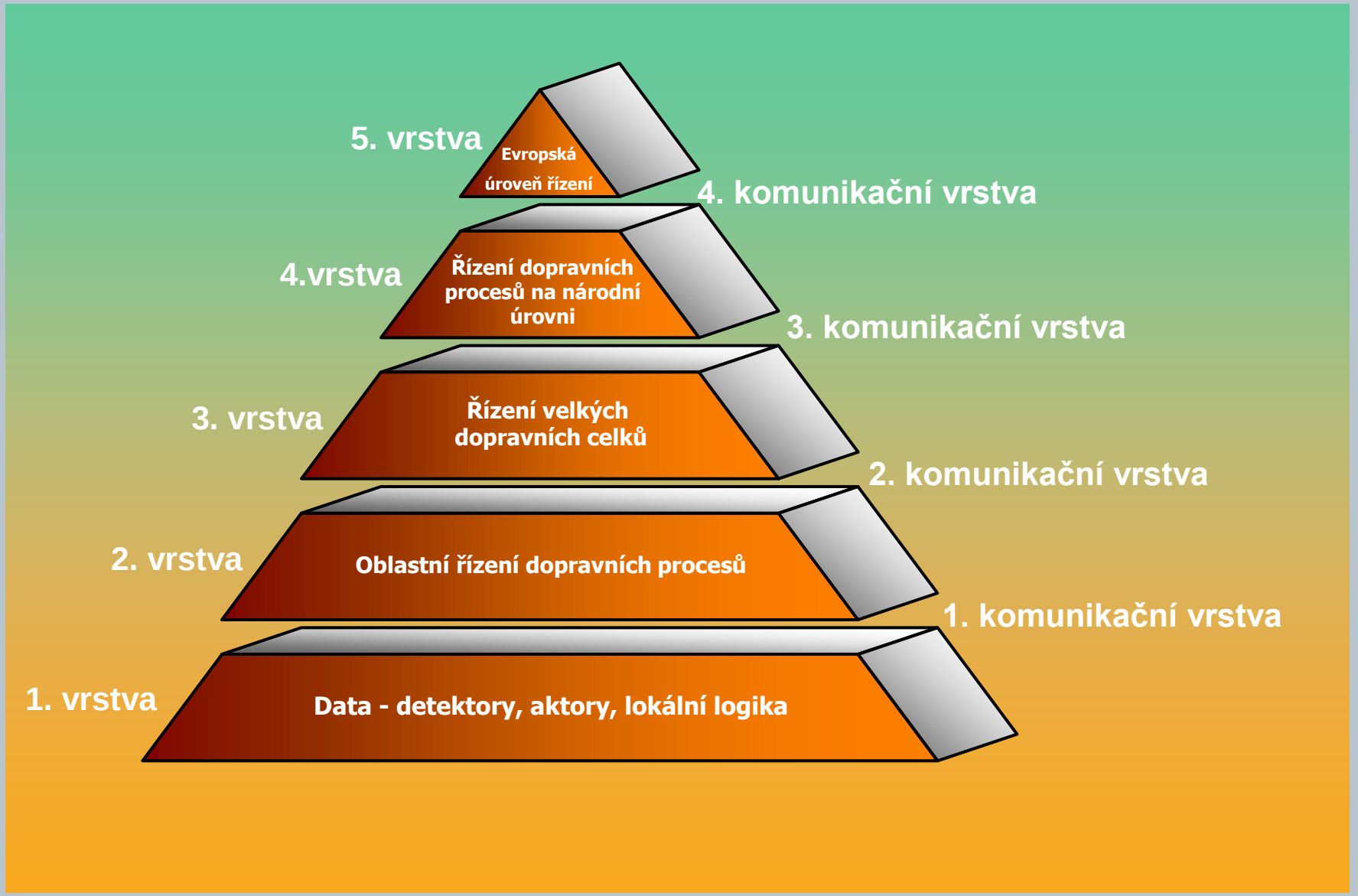
Dopravní telematika



Procesní model dopravní telematiky



Hierarchické uspořádání telematického systému



Definice dopravní telematiky – shrnutí

- usiluje o
  - zvýšení bezpečnosti
  - zvýšení přepravních výkonů
  - zvýšení komfortu
  - atd.
- využívá
  - informační a telekomunikační technologie
  - dopravní inženýrství
- stávající infrastruktura

Přínosy dopravní telematiky

Finanční benefity

Státní rozpočet:
- ekologie
- rozvoj infrastruktury
- zdravotní a důchodové pojištění
-fond dopravy

Měst, obcí a regionů:
- ekologie
-rozvoj infrastruktury

Dopravní organizace:
- pohonné hmoty
- náhradní díly
-provozní náklady

ITS-ovlivní rozpočty

Pojišťovny:
likvidace následků nehod
-zdravotní, materiálové

Výrobní organizace:
snížení nákladů podílu dopravy v ceně výrobku = až o 70 %

Občana:
- důsledky nehod, stresů
-snížení nákladů

Definice ceny realizace dopravního procesu

$$C = N_i + N_o + O + N_e$$

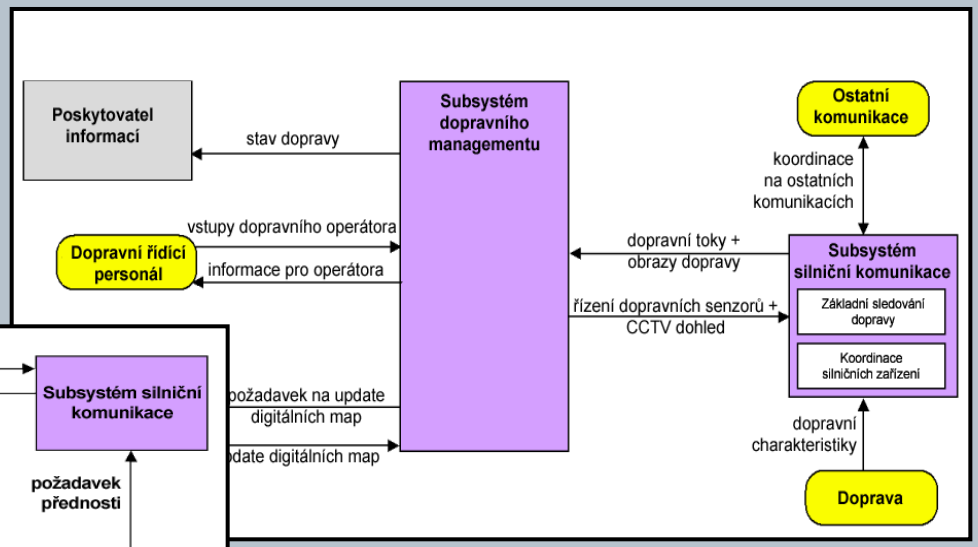
- C .. Celková cena realizace dopravního procesu vztažená k jednotkové délce
- N_i .. Náklady na údržbu dopravní cesty (údržba silnic, železničních tratí, atd.)
- N_o .. Náklady na obsluhu dopravní cesty (policie, záchranný systém, výpravčí, atd.)
- O .. Odpisy HIM, dopravních cest a prostředků údržby definované v jednotkové délce
- N_e .. Náklady dopravního elementu na pohonné hmoty

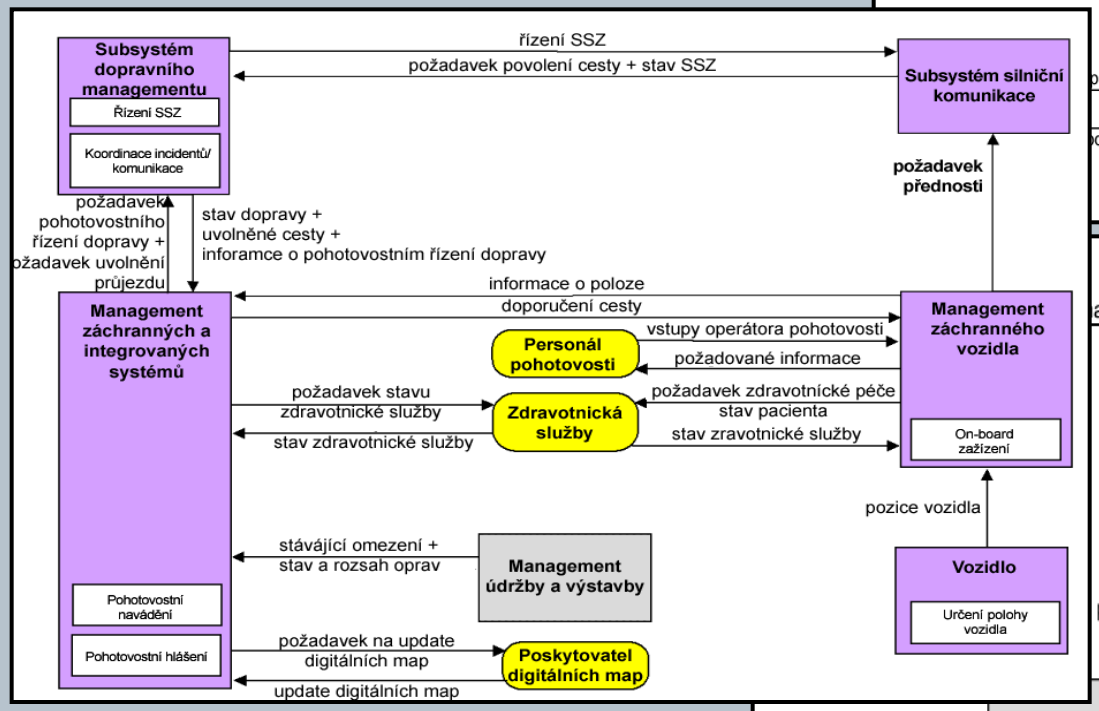
Metodický postup hodnocení ITS systémů

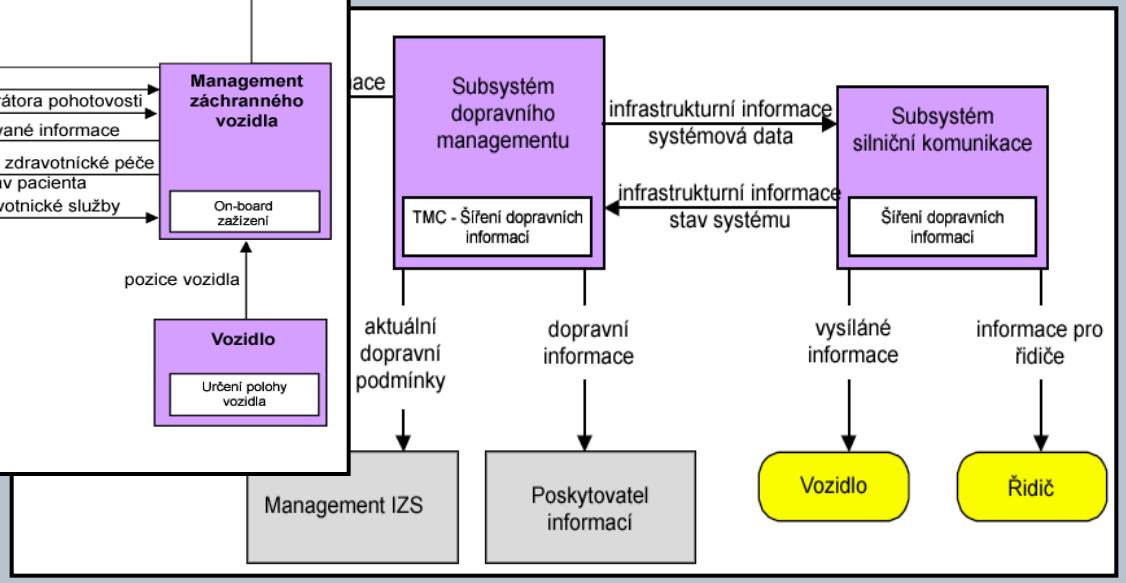
- **Návrh ITS systému**
  - Definování alternativ ITS řešení, které svými dopady mají vliv na řešený problém
  - Nalezení technického řešení dle ITS architektury a systémových parametrů pro každou alternativu
  - Reprezentace ITS alternativních řešení formou balíčků služeb
- **Hodnocení přínosů/nákladů**
  - Přiřazení dopadových/nákladových indikátorů balíčkům služeb
  - Řešení synergií formou expertních pravidel
  - Vyčíslení finančních hodnot
  - Shrnutí přínosů/nákladů

Příklad – 3 balíčky ITS služeb

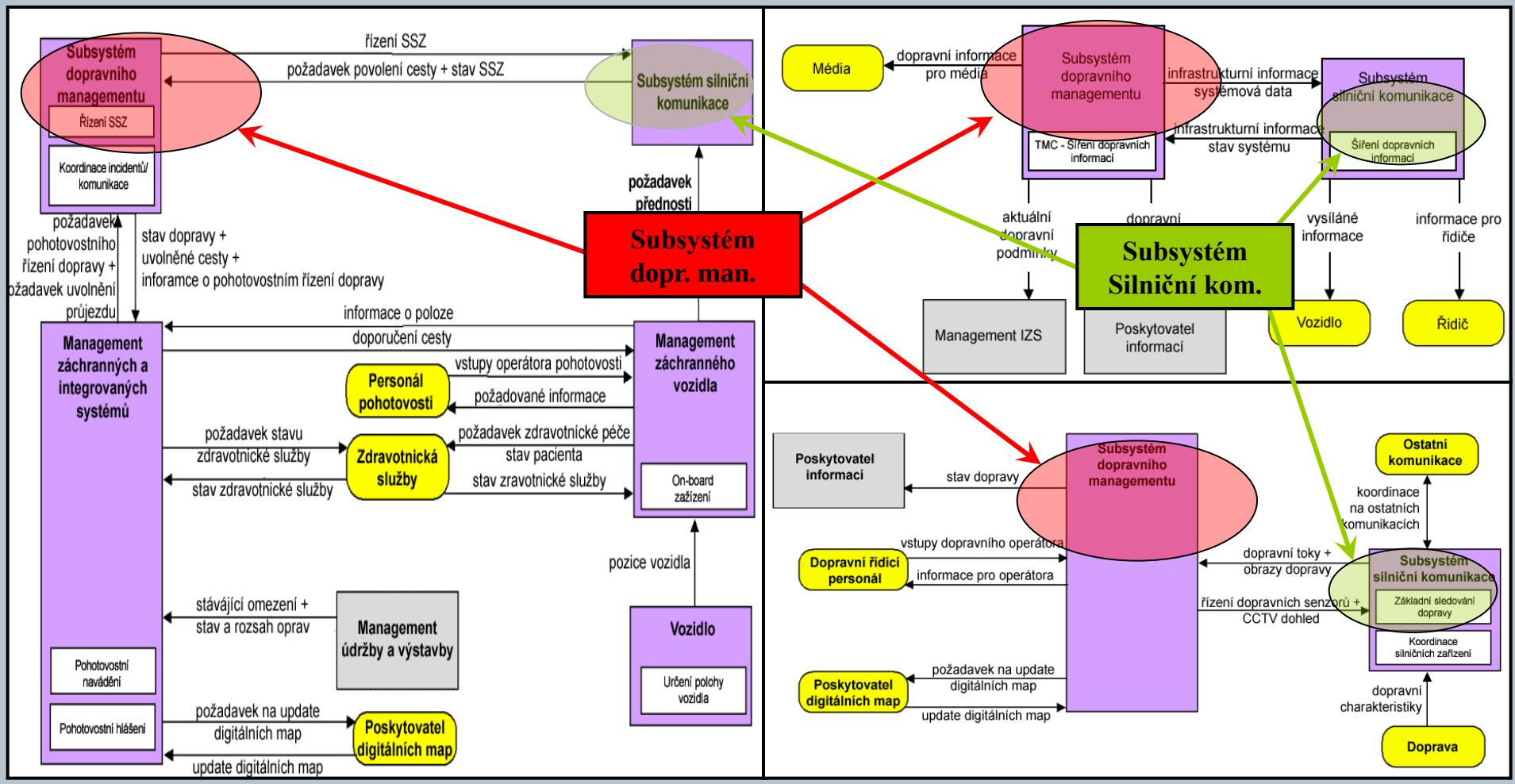
1. sledování dopravy
2. šíření dopravních informací
3. navigování záchranných vozidel





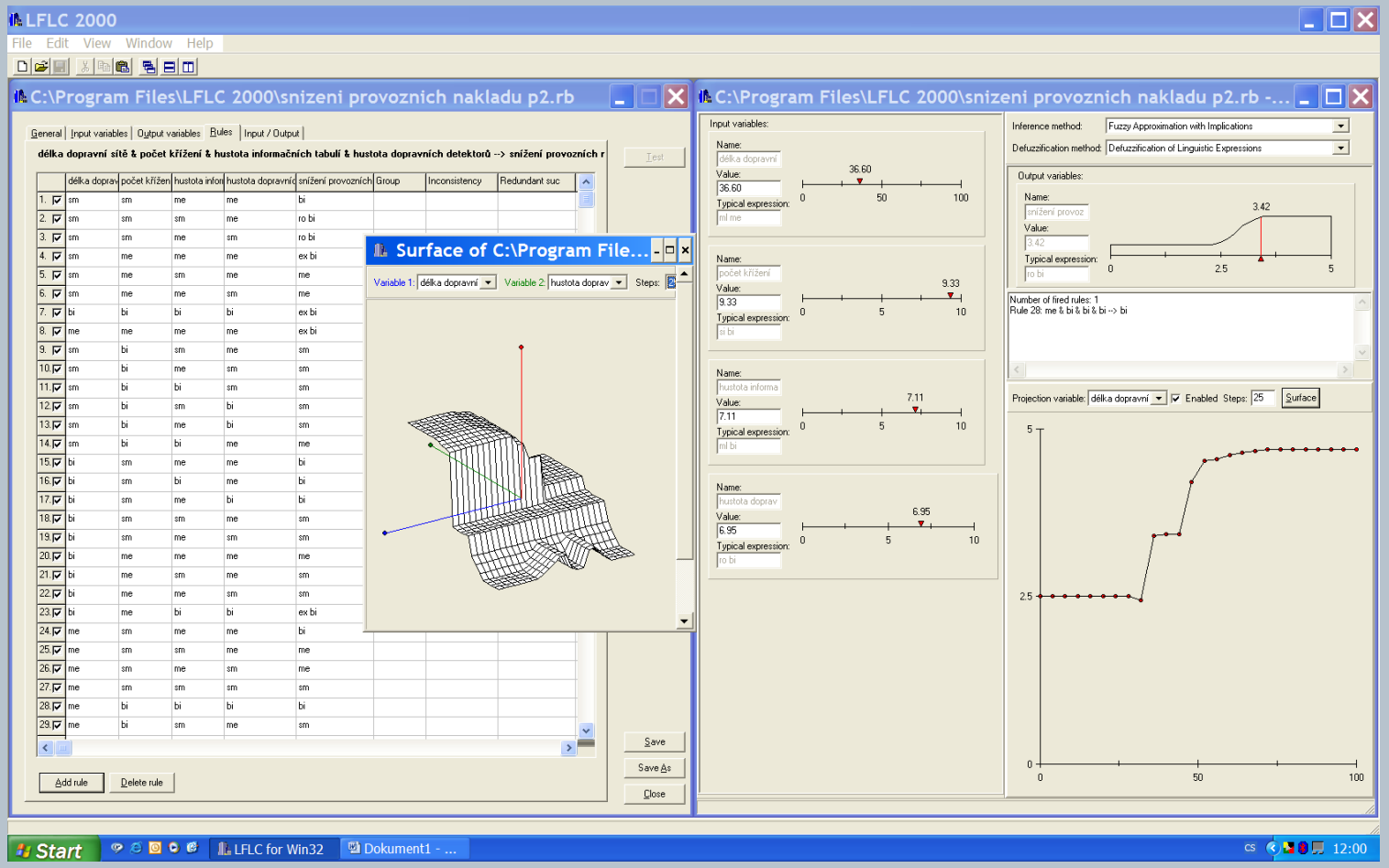


Příklad – využití synergie ITS balíčků služeb



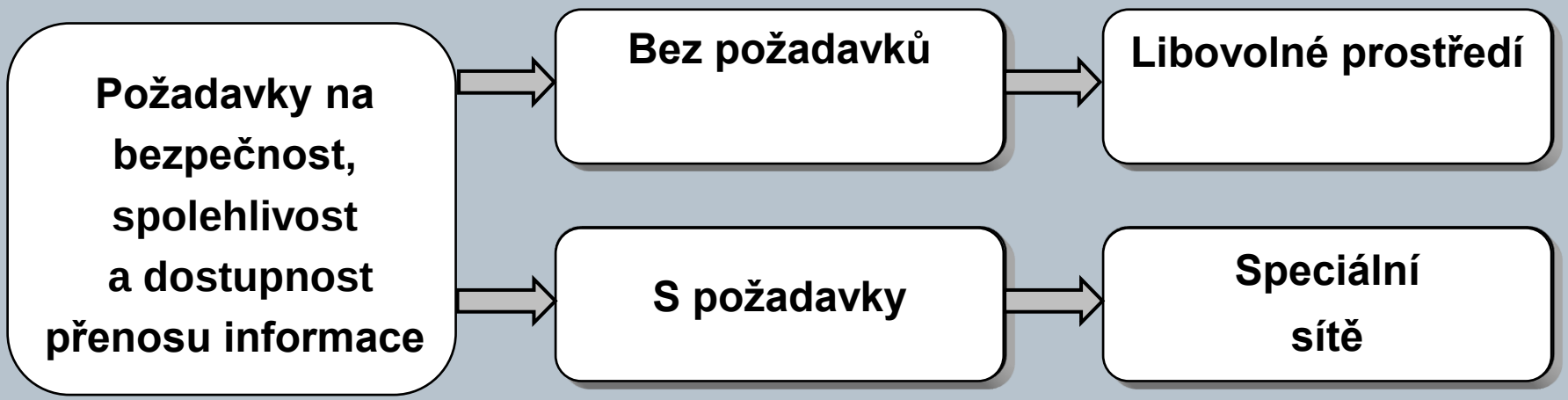
Příklad hodnocení ITS – Fuzzy-lingvistická aproximace

- zpracování různých informací (expertní znalosti, vzorce, statistické znalosti)
- řešení synergií nákladových / přínosových indikátorů



Telekomunikační technologie s možným využitím v dopravní telematice

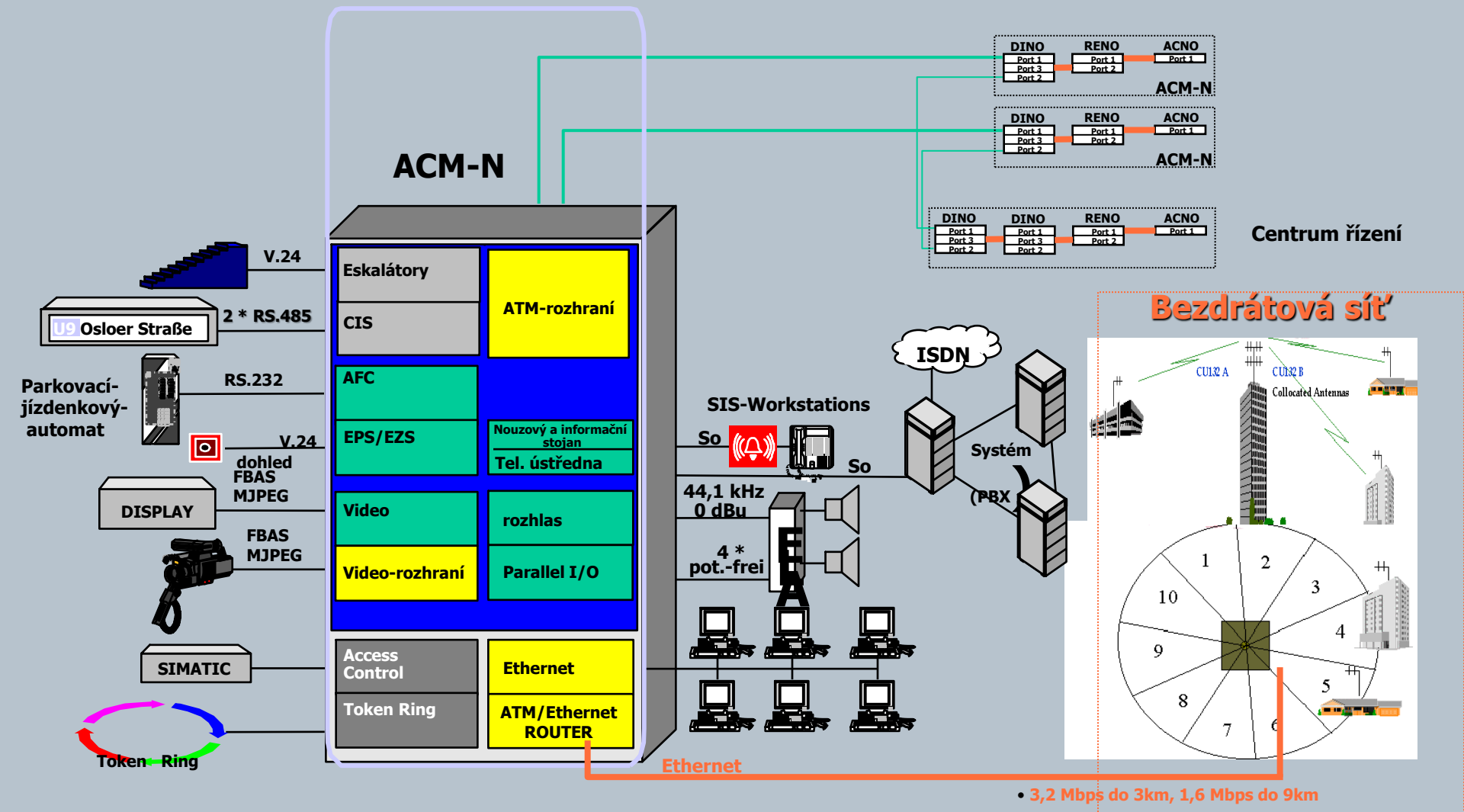
Požadavky na telekomunikační prostředí pro dopravní telematiku



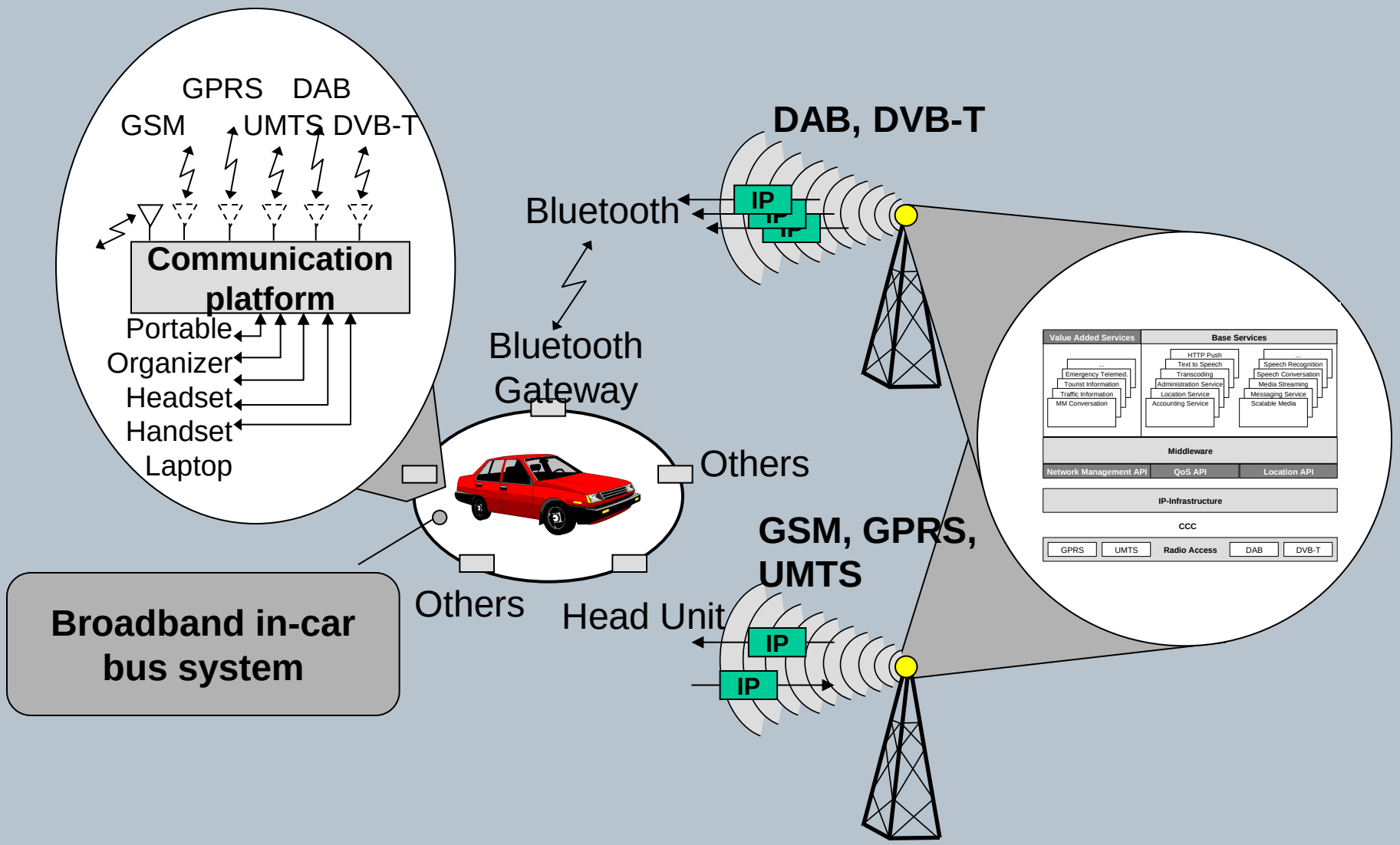
Pevné telekomunikační sítě

- Bez speciálních požadavků na bezpečnost, dostupnost a spolehlivost
  - Internet, Intranet, veřejné datové služby, modem, atd.
- Se speciálními požadavky na bezpečnost, dostupnost a spolehlivost
  - uzavřené telekomunikační sítě, např. ATM (Asynchronous Transfer Mode) se speciálním managementem, případně bezpečnostním protokolem

Příklad technického řešení přístupového uzlu speciální dopravní telekomunikační sítě



Integrované řešení mobilní telekomunikační sítě



Typy telekomunikačních sítí v ITS

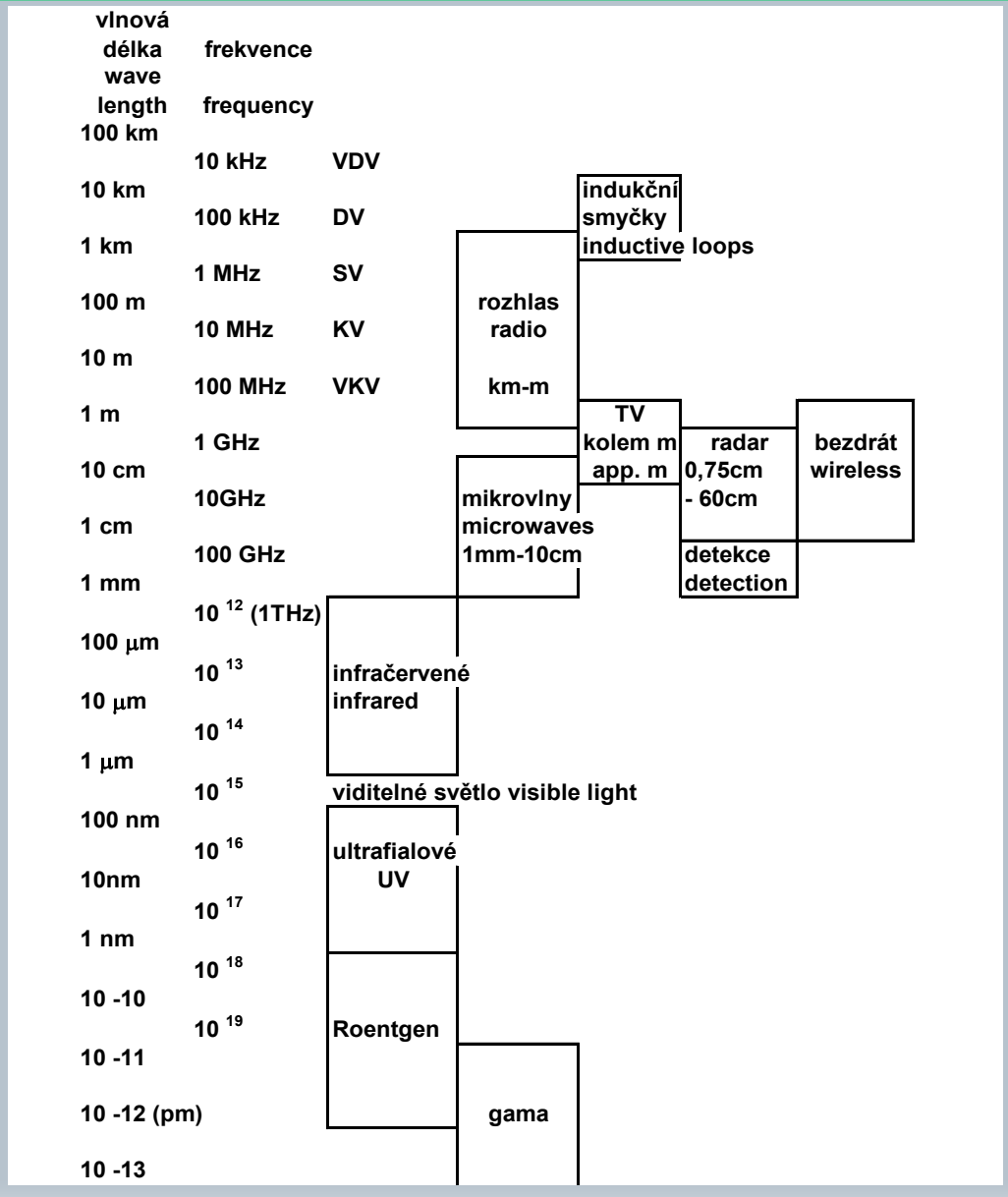
- pevné kabelové sítě
- bezdrátové sítě

pro mobilní prvky v telematice nutnost využití bezdrátových sítí

Mobilní telekomunikační sítě

- Bez požadavků na bezpečnost, dostupnost a spolehlivost
  - SMS, WAP, GSM, veřejné radiové přenosy, atd.
- Se speciálními požadavky na bezpečnost, dostupnost a spolehlivost
  - DSRC, TETRA (Terrestrial Trunked Radio), privátní radiové přenosy s bezpečnostním protokolem, atd.

Přehled frekvencí



Přehled frekvenčních pásem – vícenásobné využití

- **470-862 MHz**: televizní vysílání
- **880-915 MHz / 925-960 MHz**, **1710-1785 MHz / 1805-1880 MHz**: tato pásma jsou dnes používána pro mobilní služby GSM,
- **1900-1980 MHz / 2010-2025 MHz / 2110-2170 MHz**; dnes používána pro služby mobilních sítí 3. generace (IMT-2000/UMTS).
- **2,4 - 2,4835 GHz**, WiFi
- **2500-2690 MHz** (pásmo 2.6 GHz); toto (stále ještě nelicencované) pásmo je pro 3. generaci mobilních služeb, ale je stejně tak středem zájmu pro poskytování broadbandu pomocí jiných technologií (jako např. WiMAX).
- **3.4-3.8 GHz**: je používáno pro vysokorychlostní přípojky ke koncovým zákazníkům, v EU se i pro poskytování mobilních služeb. Intenzivně používáno také pro satelitní komunikace v Rusku a v řadě afrických zemí.
- **5,4 GHz** WiFi 5
- **3-66 GHz** WiMax
- **Infračervené přenosy** (180-240 THz)

Frekvenční pásma v dopravě a dopravní telematice

- V silniční dopravě a pro inteligentní dopravní systémy

Ozn.	Kmitočtové pásmo	Vyzářený výkon	Kanálová rozteč
a	5795 – 5805 MHz	2 W nebo 8 W e.i.r.p. [16])	5 MHz nebo 10 MHz [17])
b	5805 – 5815 MHz	2 W nebo 8 W e.i.r.p. [16])	5 MHz nebo 10 MHz [17])
c	63 – 64 GHz	dosud nestanoven	není stanovena, může být použito celé pásmo
d	76 – 77 GHz	23,5 dBm e.i.r.p. (střední výkon pulzního radaru); 55 dBm e.i.r.p. (špičkový výkon)	není stanovena, může být použito celé pásmo
e	21,65 – 26,65 GHz	podle odstavce 4	podle odstavce 4
f	5,875 – 5,905 GHz	2 W e.i.r.p.; spektrální hustota výkonu je omezena na 23 dBm/MHz	podle odstavce 5
g	77 – 81 GHz	55 dBm e.i.r.p. (špičkový výkon); spektrální hustota výkonu –3 dBm/MHz, mimo vozidlo –9 dBm/MHz	není stanovena, může být použito celé pásmo

- a) je určeno pro přenos do vozidel, zejména pro systémy mýtného
- d) a g) jsou určena pro radary ve vozidlech a v infrastruktuře
- e) UWB

Zdroj: všeobecné oprávnění ČTÚ č. VQ-R/10/06.2009-9

Frekvenční pásma v dopravě a dopravní telematice

- k aplikacím na železnici

Ozn.	Aplikace	Kmitočty	Vyzářený výkon	Další podmínky
a	AVI	2447,0 MHz; 2448,5 MHz; 2450,0 MHz; 2451,5 MHz; 2453,0 MHz	500 mW e.i.r.p.	vysílání pouze v přítomnosti vlaku
b	EUROBALISE	27,095 MHz	podle odstavce 3	
c	EUROLOOP	4515 kHz	podle odstavce 4	vysílání pouze po příjmu signálu systému EUROBALISE z vlaku

- AVI (Automatic Vehicle Identification)

Zdroj: všeobecné oprávnění ČTÚ č. VQ-R/10/06.2009-9

Frekvenční pásma v dopravě a dopravní telematice

- Další specifikovaná pásma využitelná v dopravní telematice např.
  - Pro stanice s indukční smyčkou
  - Radiová identifikační zařízení (RFID)
  - Bezdrátové aplikace pro přenos zvuku (např. komunikační prostředky ve vozidlech)
  - Akustická informační zařízení pro nevidomé

Významné bezdrátové sítě

- **IEEE 802.11** - Bezdrátové lokální sítě (Wireless Local Area Network, WLAN)
- **IEEE 802.15** - Bezdrátové osobní sítě (Wireless Personal Area Network, WPAN)
- **IEEE 802.16** - Širokopásmový bezdrátový přístup (bezdrátové metropolitní sítě) (Wireless Metropolitan Area Networks)
- **IEEE 802.20** – Mobilní širokopásmový bezdrátový přístup (bezdrátové metropolitní sítě) (Mobile Broadband Wireless Access, MBWA)

802.11 - WiFi

- 802.11a (1999) – WLAN pracující v pásmu 5 GHz s dosahem 50-70 m s teoretickou rychlostí 54 Mbit/s
- 802.11b (1999) - Wi-Fi (Wireless Fidelity) pracující v pásmu 2,4 GHz s (původně zamýšleným) dosahem do vzdálenosti 100-300 m a maximální kapacitou na fyzické vrstvě 11 Mbit/s
- 802.11g (2003) - rychlejší verze Wi-Fi v pásmu 2,4 GHz, zpětně slučitelná s 802.11b, s rychlostí 54 Mbit/s na fyzické vrstvě
- P802.11n nový typ rychlé WLAN, kapacita minimálně 100 Mbit/s
- P802.11p (WAVE) – standard schválen 2010 - podpora mobility pro využití v ITS

802.11 – WiFi – další rozvoj

- Wireless GigaBit Alliance ve spolupráci s Wifi Aliancí se dohodly na vytvoření standardu **WiGig**
- Zahrnuto v normě **802.11.ad**
- Přenosová rychlost až 6 Gbit/s
- Použité frekvenční pásmo 60 GHz
- Kratší dosah – cca 10 m
- Na trhu se očekává 2015
- Zpětně kompatibilní s WiFi

Již standardizované protokoly obdobných parametrů

- WirelessHD (60GHz, 25Gbit/s, do 10m)
- Wireless Home digital Interface (WHDI) (5GHz, 3Gbit/s, do 30m)

DSRC (Dedicated Short Range Communication)

- standardizováno ETSI
- „vyhrazené spojení krátkého dosahu“
- vytvořeno pro rychlou komunikaci mezi jedoucími vozidly a zařízením vozovky
- pásmo 5.850-5.925 GHz
- Je možné dosáhnout rychlosti až 54 Mbit/s (obdobně jako u 802.11a) a dosahu až 1000 m.
- Standard pro toto pásmo je vyvíjen v součinnosti s IEEE 802.11a, ze kterého 5 GHz DSRC vychází
- Zařízení DSRC zaručují paketovou chybovost PER (Packet Error Rate) menší než 10% pro rychlost vozidla do 130 km/h pro PSDU (Physical Service Data Unit) 1000 bytů a do 180 km/h pro PSDU 64 bytů.

IEEE 802.15 - Bezdrátové osobní sítě (Wireless Personal Area Network, WPAN)

- **802.15. 1 (Bluetooth)**
  - norma pro WPAN 802.15.1 je plně slučitelná se specifikací Bluetooth 1.1
  - bezlicenční pásmo 2,4 GHz, konkrétně v rozsahu 2,402 GHz – 2,480 GHz.
  - Rychlost na fyzické vrstvě dosahuje 1 Mbit/s
  - V telematice součást telematických systémů v automobilech, komunikace mezi elektronickými zařízeními

IEEE 802.15 - Bezdrátové osobní sítě (Wireless Personal Area Network, WPAN)

- **Ultra-širokopásmové sítě 802.15.3 (např. Ultra Wide Band - UWB)**
  - určen pro vysokorychlostní přenosy dat
  - vhodné zejména pro aplikace náročné na šířku pásma i QoS, tedy přenos videa nebo videokonference
  - Předpokládané rychlosti u UWB sítí dosahují až Gb/s
  - Krátké vzdálenosti (cca 10m)
  - Původní standard 802.15.3 využívá pásmo 2,4 GHz
  - Obavy z rušení
  - 802.15.3a – Ultra Wide Band UWB
  - Nyní Využívá 3.1 to 10.6 GHz pásmo, definují se další pásma (ve vyšších frekvencích)

IEEE 802.15 - Bezdrátové osobní sítě (Wireless Personal Area Network, WPAN)

- ***802.15.4 Low Rate WPAN (Zigbee)***
  - Frekvenční pásma:
    - 868.0-868.6 MHz: Evropa, jeden přenosový kanál (2003, 2006)
    - 902-928 MHz: North America, až deset přenosových subkanálů (2003), extended to thirty (2006)
    - 2400-2483.5 MHz: celosvětové použití, až šestnáct přenosových subkanálů (2003, 2006)
  - dosah minimálně 50m – typicky podle prostředí 50 – 500m
  - nízká spotřeba jednotlivých uzlů sítě
  - velký počet prvků v síti – 64 bitová adresa nabízí až 264 adresovatelných zařízení v max. 216 sítích
  - výhodný poměr cena/výkon
  - použití pro hierarchickou síťovou komunikaci
    - např. v konfiguraci komunikace mezi řídicí jednotkou a mezi jednotlivými senzory

IEEE 802.15 - Bezdrátové osobní sítě (Wireless Personal Area Network, WPAN)

- **WirelessHART**
  - Otevřený standard pro bezdrátovou komunikaci využívající 802.15.4
  - vyvinut HART Communication Foundation
  - Používá časově synchronizovanou, samoorganizující mřížkovou architekturu
  - Pracuje v 2.4 GHz pásmu
  - International Electrotechnical Commission (IEC) schválila WirelessHART® specifikaci jako plný mezinárodní standard (IEC 62591Ed. 1.0) in April 2010
- **MiWi specification**
  - proprietární bezdrátový protokol navržený Microchip Technology využívající rovněž 802.15.4
- **Atd.**

802.16 Wireless MAN

- 802.16 WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access)
- pro venkovní sítě
- frekvence v rozsahu 2-66 GHz, tedy jak licencované, tak bezlicenční frekvence.
- Dosah 40-70 km
- přenosová rychlost cca 100 Mb/s
- v současnosti je pokrytí WiMax ve většině měst ČR
- 802.16e rozšiřuje WiMax pro mobilní použití

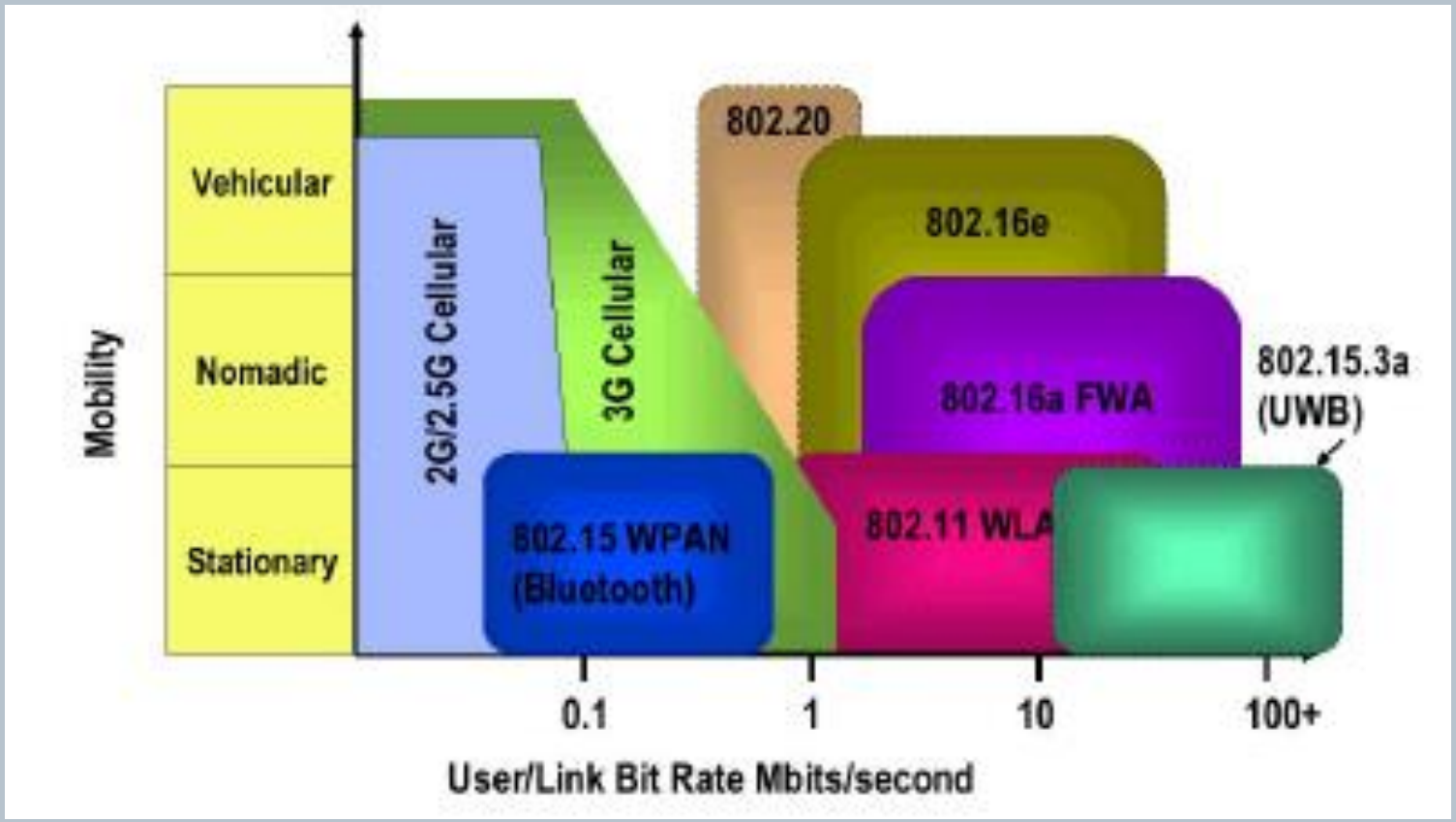
802.16 Wireless MAN

- 802.16m – WiMax 2 (WirelessMAN-Advanced)
- Schváleno 2011
- První technologie schválená IEEE jako 4G
- Rychlost až 300Mb/s
- Podpora vícenásobných vstupů a výstupů, samoorganizujících sítí, kooperativní komunikace

802.20 MBWA (Mobile Broadband Wireless Access)

- Mobilní širokopásmový bezdrátový přístup
- určen pro rychlý IP přenos dat mobilním uživatelům (rychlosti až do 320 km/h) s nízkým zpožděním
- pro licencovaná pásma pod 3.5 GHz
- přenosové rychlosti více než 1 Mbit/s
- standard schválen v r. 2008

Mobilita v bezdrátových sítích pro telematické aplikace



- source: WiMAX Forum

Buňkové sítě (GSM)

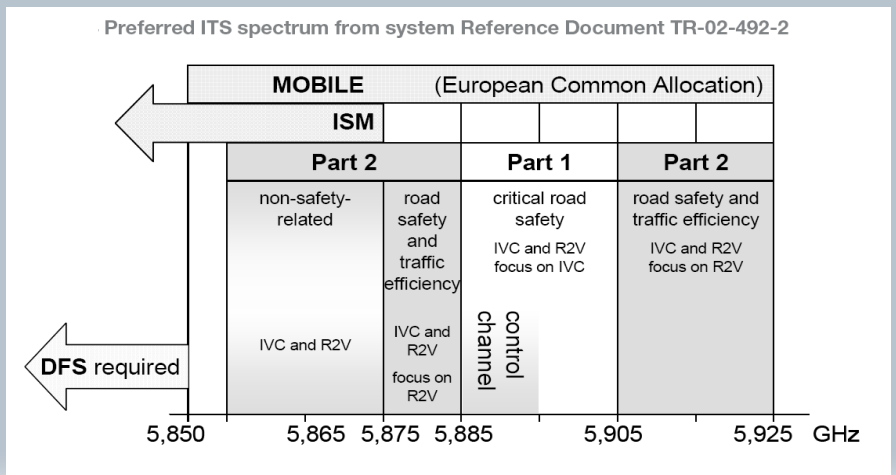
- Využití technologií 4G
  - technologie HSPA+
    - Rychlost až 18 Mb/s
  - LTE (Long Term Evolution) technologie
    - Multiple In Multiple Out (MIMO)
    - Kombinace modulací (Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) pro downlink a Single Carrier FDMA pro uplink)
    - Využití protokolu TCP/IP

CALM standardy

- Řešení bez nutnosti volby jediné technologie
- CALM – Communication Access for Land Mobiles
- souhrn standardů umožňujících nepřerušený přenos s využitím různých fyzických kanálů, např.:
  - DSRC,
  - infračervený,
  - mikrovlnný na 5,9 GHz,
  - buňkové systémy (GSM)
  - atd.

Evropský právní rámec

- Rozhodnutím ze dne 5.8.2008 o harmonizovaném využívání rádiového spektra v kmitočtovém pásmu **5 875–5 905 MHz** pro aplikace inteligentních dopravních systémů (ITS) související s bezpečností Evropská komise rozhodla, že členské státy musí přidělit toto pásmo **aplikacím ITS souvisejících s bezpečností**
- Dále doporučení ECC zpřístupňuje 20 MHz frekvenční spektrum v pásmu 5 855-5 875 MHz všem aplikacím ITS, včetně aplikací netýkajících se bezpečnosti.



Děkuji za pozornost

Odkazy

- *www.ctu.cz/cs/download/oop/rok_2009/vo-r_10-06_2009-09.pdf*
- http://www.com2react-project.org/
- http://www.wimaxforum.org/