

5. FRAME ARHITEKTURE

5.1 FUNKCIONALNA ARHITEKTURA

V snovanju sistemske zasnove za ITS-EU je bil za izdelavo njene funkcionalne arhitekture (*functional architecture*) v okviru projekta FRAME izbran procesno usmerjen pristop (*process oriented approach*). S to izbiro je dana prednost varnosti Sistemov in naravnosti opisovanja procesov in funkcij. Funkcionalna zasnova izraža Sistem v funkcionalni obliki. Definira in opisuje katere funkcionalnosti je potrebno vključiti v Sisteme, ki se realizirajo, da le-ti zadovoljujejo vsem potrebam uporabnikov. Prikazuje tudi kako je njihova funkcionalnost povezana z zunanjim svetom in še posebej z uporabniki Sistema ter podatke, ki se uporabljajo znotraj Sistema. Opis podatkov je včasih podan v obliki ločene informacijske zasnove (*information architecture*), ki je v FRAME projektu prikazana skupaj.

Procesno usmerjena metodologija torej opisuje ITS sisteme s funkcionalno arhitekturo, struktura katere se podaja v različnih nivojih (stopnjah) združevanja funkcionalnosti:

- Najvišja stopnja združevanja je funkcionalno področje FA (*Functional Area*).
- Vsako področje vsebuje logične funkcionalnosti, imenovane funkcije F (*Functions*), ki se glede na kompleksnost razčlenjujejo v drevo drugih bolj podrobnih funkcionalnosti. V nekaterih primerih vsebuje tudi podatkovno bazo oz. podatkovno skladišče DS (*Data store*).
- Relacije z "zunanjim svetom" predstavljajo terminatorji (*Terminator*), ki je lahko človek (*human entity*), sistem ali fizična enota iz katere se lahko pridobi podatke (npr. o atmosferskih pogojih ali stanju ceste).
- Interakcija med elementi (področja, funkcije, podatkovne baze, terminatorji) FA arhitekture se dogaja preko izmenjave podatkov s podatkovni tokovi DF (*Data flow*), ki so lahko vhodni ali izhodni.

5.1.1 Funkcionalna področja

Tako je na najvišjem nivoju FRAME funkcionalna arhitektura razdeljena na 8 FA področij, ki jim je v okviru E-FRAME bilo dodano še 9-to (Tabela 5-1). Vsa FA področja so nadalje razdeljena na nize funkcij F in skladišč DS z DF pretoki med njimi. Namen in aktivnosti vseh teh so med seboj tesno povezani in so del Sistema.

Tabela 5.1: Funkcionalna področja in akronimi

Št.	Ime funkcionalnega področja	<i>Functional area name</i>	Akro.
1	Zagotavlja elektronsko plačevanje	<i>Provide Electronic Payment Facilities</i>	pepf
2	Zagotavlja zaščito, reševanje in pomoč	<i>Provide Safety and Emergency Facilities</i>	psef
3	Upravlja promet	<i>Manage traffic</i>	mt
4	Upravlja javni promet	<i>Manage Public Transport Operations</i>	mpto
5	Zagotavlja napredni sistem pomoči vozniku	<i>Provide Advanced Driver Assistance System</i>	padas
6	Zagotavlja pomoč pri načrtovanju potovanja	<i>Provide Traveler Journey Assistance</i>	ptja
7	Zagotavlja podporo pri uveljavljanju zakonov	<i>Provide Support for Law Enforcement</i>	psle
8	Upravlja s tovorom in voznim parkom	<i>Manage Freight and Fleet Operation</i>	mffo
9	Zagotavlja podporo kooperativnim sistemom*	<i>Provide Support for Cooperative Systems</i>	pscs

*Dodano v okviru projekta E-FRAME

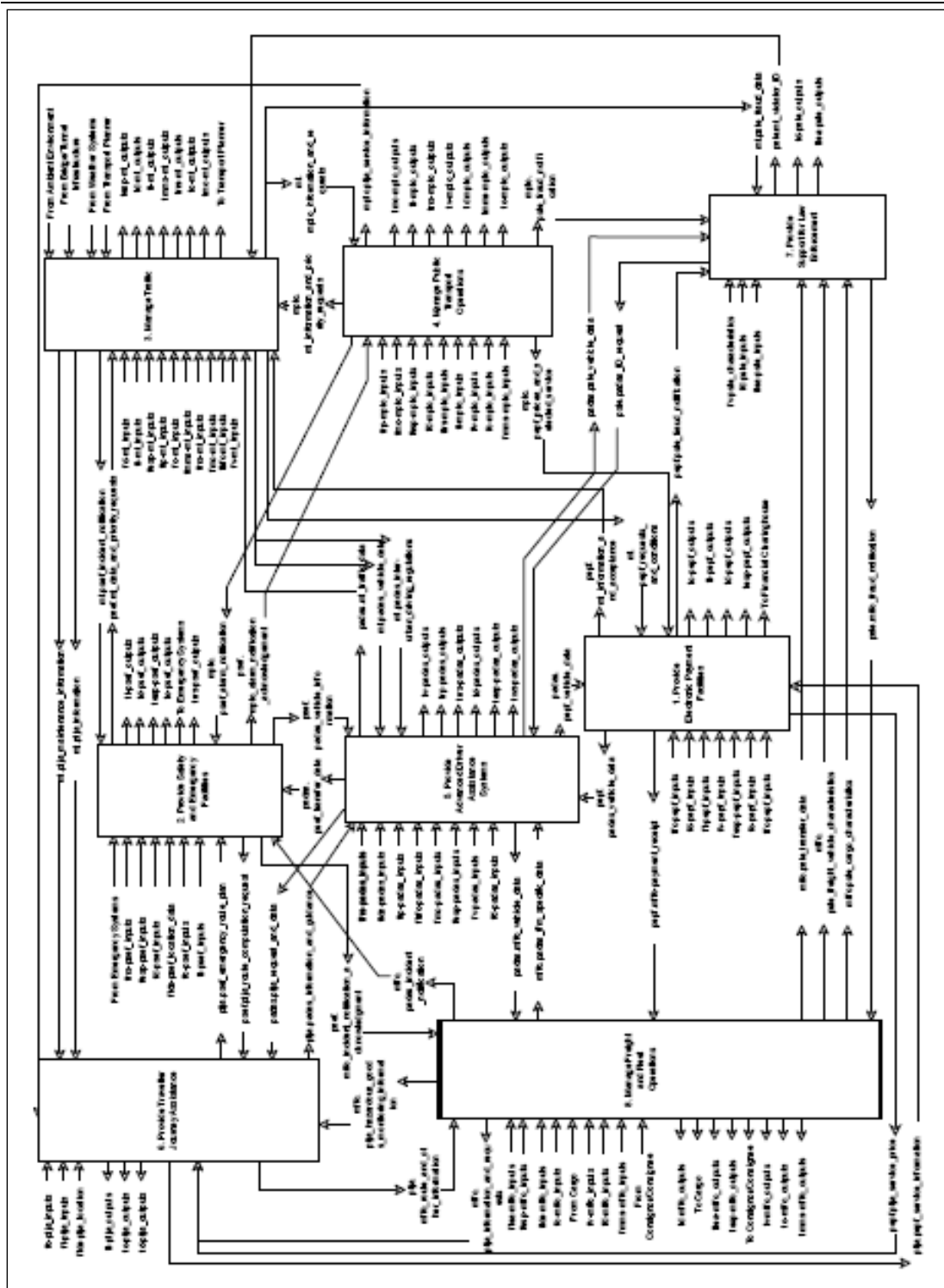
Vsakemu FA področju sta dana enomestna številka F_i ($i=1\dots 9$) in opisno ime, ki vključuje glagol in izraža funkcionalnost (odgovornost) področja. Tako, FA področje F4 'Upravlja javni

promet (*Manage public transport operations*), vsebuje vse funkcionalnosti za ta namen. Vsako področje je opisano tudi v preprosti tekstualni obliki, v ti. 'naj bi' (*shall*) jeziku za lažje razumevanje funkcionalnosti vsakega F področja (da le-to nudi funkcionalnost, ki jo zasnova pričakuje). Primer za FA področje F4 je prikazan v Tabeli 5-2, definicije z opisi vseh ostalih pa v viru (Bossom in dr., 2004a). V tabeli so navedeni tudi akronimi za vsa FA področja. Namenjeni so za označitev pretokov informacij med FA področji v nomenklaturi pretokov podatkov.

Tabela 5-2: Opis funkcionalnega področja F4 'Upravlja javni promet'

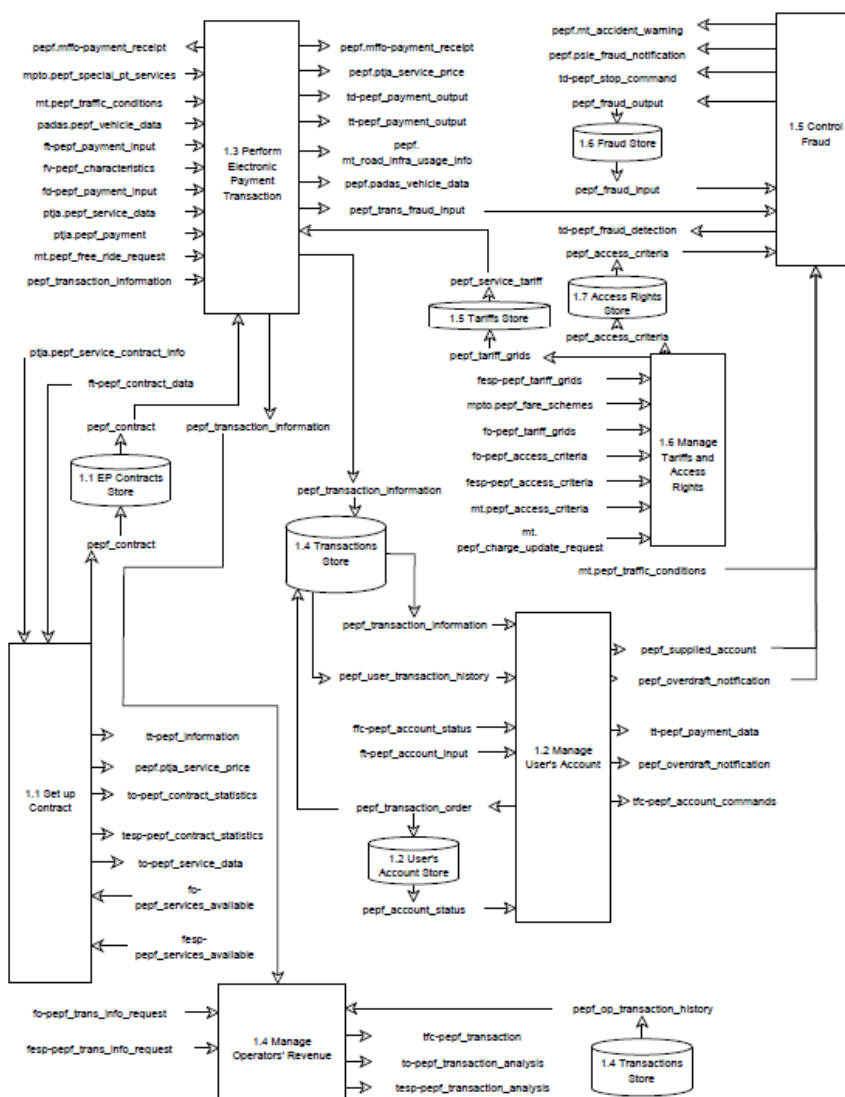
F4	Upravlja javni promet <i>(Manage Public Transport Operations)</i> (mpto)	To FA področje zagotavlja funkcionalnost, ki omogoča upravljanje z javnim transportom. Vključuje storitve voznih redov in pripravo informacij, ki bi bile na razpolago potnikom. Področje F4 je povezano s področjem F3 ' <i>Upravlja promet</i> ' za zagotavljanje prioriteten voženj svojim vozilom in podatkov o uporabi storitev z namenom, da se ocenijo zahteve po različnih modih transporta. Področje F3 zagotavlja tudi zahteve spremembe storitev s čemer se omogoča boljše izravnava med različnimi modih transporta. Obstajati morajo tudi povezave z drugimi FA področji za pridobivanje informacij o zlorabah in incidentih, ki so zaznani na omrežju javnega transporta
----	---	--

Vmesnik (*interface*) med FA področji je podan s pretoki podatkov DF med njimi. To se prikazuje z DFD (*Data Flow Diagram*) diagrami pretokov podatkov. Primer DFD diagrama na najvišjem nivoju, imenovanem DFD0 diagram (vzorčni diagram, šablona, *template*), je prikazan na sliki 5-1.



Slika 5-1: Splošni diagram funkcionalnih področij DFD0

Vsako FA področje se razčleni v serijo logičnih funkcionalnosti (funkcij F, podatkovnih skladišč DS in pretokov DF med njimi), ki so zaradi svojih ciljev ali dejavnosti pristojne področju, in se predstavi z ustreznimi DFDi (i=1..9) diagrami. Primer takega diagrama za področje F1 'Zagotavlja elektronsko plačevanje' je DFD 1 diagram prikazan na sliki 5-2. Pregled besednih opisov za vsako od 8 FA področij, ki pokriva različne nivoje funkcionalnosti (razčlenitev v funkcije) in ustreznimi DFD diagrami, je podan v viru (Bossom in dr., 2004a).



Slika 5-2: Diagram DFD 1 'Zagotavlja elektronsko plačevanje'

5.1.2 Funkcije

Funkcionalnosti posameznega FA področja so definirane s pomočjo Funkcij dveh tipov:

- Funkcije višje stopnje HLF (*High Level Function*), tudi sestavljene funkcije;
- Funkcije nižje stopnje LLF (*Low Level Function*), tudi osnovne funkcije.

Funkcije so oštevilčene. Prvi znak njihove ID številke (kode) se ujema z ID številko FA področja, ki mu pripada. Ostali znaki predstavljajo hierarhijo razčlenitve na pod-funkcije znotraj samega področja. Na primer, vse funkcije področja F3 so številčene 3.1, 3.2, ipd. Če je funkcija 3.1 tipa HLF funkcije in je razdeljena v lasten niz LLF funkcij, so le-te številčene s 3.1.1, 3.1.2, ipd. LLF funkcije, ki tvorijo HLF funkcijo 3.2, so številčene 3.2.1, 3.2.2, ipd. Ta proces se ponovi, če je (kot primer) funkcija 3.2.2 druga HLF funkcija, ki ima lasten niz LLF funkcij.

Podobno kot FA področja ima vsaka F funkcija svoje ime, ki je opis tega, kar počne. Zato v besednem opisu vsebuje nek 'glagol'. Tako F funkcija z imenom '*Manage Emergency Vehicles*' vsebuje funkcionalnost, ki omogoča operativno vodenje reševalnih vozil.

HLF funkcije se ne podvajajo. To pomeni, da določen niz funkcij, npr., tiste za pomoč pri izbiri poti ('*Route guidance*'), oskrbuje s to funkcionalnostjo vsa FA področja. Podvajanje pa je možno za LLF funkcije. To je storjeno zato, da se zmanjša nivo kompleksnosti v funkcionalni arhitekturi in olajša izvedbo fizične arhitekture, ki iz le-te sledi.

Kot primer, najvišji nivo funkcionalnosti za področje F1 '*Zagotavlja elektronsko plačevanje*' (*Provide electronic facilities*) je razdeljen na naslednje HLF funkcije:

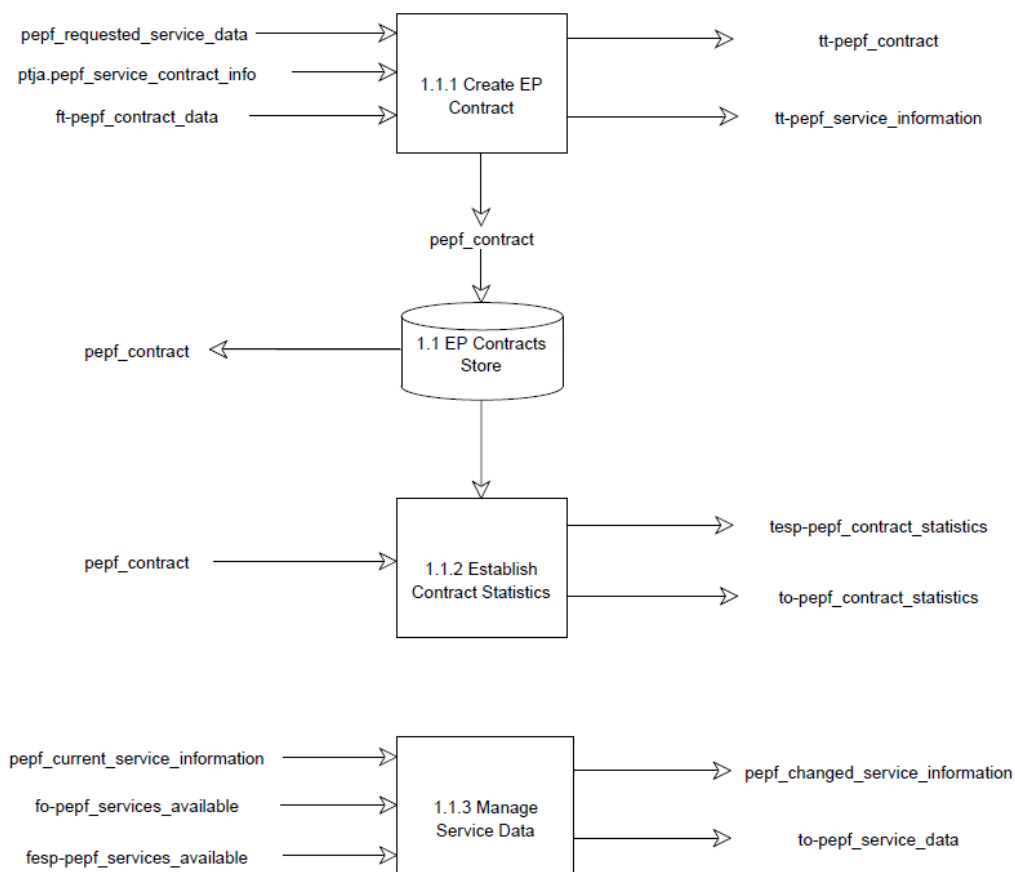
- F 1.1 *Set-up contract*
- F 1.2 *Manage user's account*
- F 1.3 *Perform electronic payment transactions*
- F 1.4 *Manage operators' revenue*
- F 1.5 *Control fraud*
- F 1.6 *Manage tariffs and access rights.*

Navedene Funkcije so vnesene v DFD 1 diagram (slika 5-3). Te Funkcije zagotavljajo načine za plačevanje elektronskih plačil vezanih za različne storitve, ki jih Sistem ponuja. Manjše število DF pretokov med Funkcijami omogoča komunikacijo med njimi. Obstaja pa večje število DF pretokov, ki omogočajo Funkcijam izmenjavo podatkov z različnimi FA področji in s terminatorji.

Šest HLF Funkcij v DFD 1 se nadalje deli v LLF Funkcije. Tako se HLF Funkcija F 1.1 (prva od zgoraj navedenih) deli v tri LLF Funkcije:

- F 1.1.1 *Create EP contract*
- F 1.1.2 *Establish contract statistics*
- F 1.1.3 *Manage service data*

Gornje tri funkcije omogočajo vzpostavitev pogodb za pobiranje elektronskih plačil in oskrbujejo s podrobnostmi pogodb. Iz teh Funkcij 'izžareva' nekaj DF pretokov, ki jim omogočajo izmenjavo podatkov z DS skladišči in s terminatorji. Funkcije in DF pretoki za F1.1 so prikazani v diagramu DFD 1.1 (DFD za Funkcijo F1.1, slika 5-3).



Slika 5-3: DFD 1.1 diagram za Funkcijo F1.1

Vsi ostali DFD (i,j) diagrami z opisi so podani v viru (Bossom R. in dr., 2002a). Pregledni, navzkrižni tabeli '*Uporabniške potrebe in funkcije, ki jim služijo*' in '*Funkcije in uporabniške potrebe, ki jim služijo*' so podane v viru (Bossom in dr., 2002).

5.1.3 Podatkovna skladišča

Funkcionalna področja FA lahko vsebujejo tudi podatkovne baze DS, ki predstavljajo podatkovna skladišča PS, katera lahko uporablja več Funkcij znotraj določenega FA področja. V Tabeli 5-3 so prikazana vsa aktualna podatkovna skladišča uporabljena v FRAME projektu.

Tabela 5-3: Aktualna podatkovna skladišča v FRAME projektu.

Št.	Ime podatkovnega skladišča	Opis
D1.1	<i>E-Payment Contracts Store</i>	PS povezano z elektronskimi plačili oz. listinami
D1.2	<i>User's Account Store</i>	Podatki o računih uporabnikov
D1.3	<i>Service Information Store</i>	PS namenjeno storitvam podajanja informacij v sistemu e-plačevanja
D1.4	<i>Transactions Store</i>	Podatki o transakcijah
D1.5	<i>Tariffs Store</i>	Podatki o tarifah
D1.6	<i>Fraud Stores</i>	Podatki o kršiteljih
D1.7	<i>Access Right Store</i>	Podatkih o pravicah uporabnikov
D2.1	<i>Common Emergency Data Store</i>	Skupno PS za potrebe sistema za zaščito, reševanje in pomoč
D2.2	<i>Incident and emergency data store</i>	PS o izrednih dogodkih in intervencijah
D3.1	<i>Urban traffic data store</i>	Podatki o prometu v naseljih (občini)
D3.2	<i>Inter-urban traffic data store</i>	Podatki o prometu
D3.3	<i>Environment data store</i>	Okoljsko podatkovno skladišče
D3.4	<i>Incident data store</i>	Podatki o izrednih dogodkih
D3.5	<i>Demand data store</i>	Podatki o prometnem povpraševanju
D3.6	<i>Maintenance data store</i>	Podatki o vzdrževanju in varstvu cest
D3.7	<i>Urban road static data store</i>	Banka cestnih podatkov v naselju (občini)
D3.8	<i>Inter-urban static data store</i>	Banka cestnih podatkov
D4.1	<i>Real time pub. trans. vehicle status</i>	Status vozil javnega prometa v realnem času
D4.2	<i>Historical PT vehicle data</i>	Arhiv podatkov o vozilih javnega transporta
D4.3	<i>PT service plan</i>	Načrt storitev v javnem prometu
D4.4	<i>PT route static data</i>	Podatki o poteh v javnem transportu
D5.1	<i>Operational data</i>	Podatki o delovanju sistemov navigacije
D5.2	<i>ISA data</i>	Podatki sistema avtomatskega prilagajanja hitrosti vozil
D6.1	<i>General trip preferences (GTP)</i>	Splošni podatki o potovanjih (izletih)
D6.2	<i>Private trip file</i>	Osební podatki o potovanju (datoteka)
D6.3	<i>Road trip planning data</i>	Potovalni načrti
D6.4	<i>PT trip planning data</i>	Potovalni načrti javnega prometa
D7.1	<i>Rules store</i>	PS Predpisi
D7.2	<i>User's registration store</i>	PS Registracija uporabnikov
D7.3	<i>Violations store</i>	PS Prekrški
D8.1	<i>Consignment</i>	Podatkovno skladišče Pošiljke
D8.2	<i>Resources data store</i>	PS Viri v blagovnem prometu (človeški viri, vozila, oprema)
D8.3	<i>On-board database</i>	Podatkovno skladišče v/na vozilu

5.1.4 Podatkovni tokovi

Podatkovni tok (pretok podatkov) predstavlja interakcijo med elementi funkcionalne arhitekture (področja, funkcije, podatkovna skladišča, terminatorji), ki se izvršuje preko izmenjave podatkov. Obstajata dva tipa podatkov (informacij): vhodni in izhodni podatki.

Pretoki podatkov (*Data Flow*), pogosto označeni tudi z izrazom informacija, so šifrirani z imenom, ki je sestavljeno iz skupine znakov in besed z ločilom "_", kjer:

- prva skupina znakov označuje izvor sporočila oz. objekt iz katerega je izpeljana informacija, ne glede na to ali je ta funkcija, terminator, podatkovno skladišče, ipd. (običajno gre za akronim, ki predstavlja objekt);
- druga skupina črk, na podoben način, označuje, kam je informacija namenjena;
- ostanek besedila na kratko izraža semantiko informacije.

Nomenklatura pretokov informacij upošteva naslednja pravila:

1. Akronimi so napisani z malimi tiskanimi črkami.

2. Če je pretok podatkov znotraj nekega FA področja, vsebuje začetne črke (v angleščini) taistega FA področja. Primera:

ptja pomeni *Provide Traveler Journey Assistance* (Zagotavlja pomoč pri načrtovanju potovanja);

mt pomeni *Manage Traffic* (Upravlja promet)

3. Če je nek pretok podatkov prenesen iz F1 v F2, potem je sestava akronima naslednja: n1.n2_xxx (kjer je xxx vsebina logičnega pretoka). Primer:

mt.ptja_information_incidents (pretok vsebuje informacije o prometnih nesrečah in je bil poslan iz F1 'Manage Traffic' v F2 'Provide Traveler Journey Assistance').

4. Če pretok podatkov povezuje eno FA področje s terminatorjem, je začetna črka pretoka:

- **"f"** (*from*): pretok poslan od terminatorja proti FA področju;
- **"t"** (*to*): pretok prenesen iz FA področja proti terminatorju; Tej prvi črki sledi akronim akterja in ločilo "_". Tretji termin predstavlja začetnice udeleženega FA področja. Primer:

"ft.ptja_input" informacija, ki jo je poslal terminator **"t"** (*Traveler*) do FA področja **"ptja"** (*Provide Traveler Journey Assistance*)

"tt.ptja_output" informacija poslana k terminatorju "t" od FA področja 'ptja'.

5. Če ima pretok za izvor ali cilj nekega akterja, je pravilo enako prejšnjemu, razen v primeru, ko izvorno ali ciljno FA področje ni omejeno. Akronimi akterjev so sestavljeni:

- **"ttt.sss"**: **"ttt"** je akronim terminatorja, **"sss"** akronim akterja. Primer:

"fo.po_information_parking" informacija, ki jo je poslal akter **"po"** (*Parking Operator*), ki je eden od akterjev terminatorja **"o"** (*Operator*)

6. Če je terminator povezan z enim samim FA področjem, potem se pretok podatkov začne s **"to"** ali **"from"**, ki mu sledi popolno ime samega terminatorja. Primer:

"From Driver" pomeni pretok podatkov, ki jih je poslal terminator **"d"** (*Driver*)

Primer pretokov podatkov je prikazan na sliki 5-1, ki predstavlja splošen funkcionalni diagram DFD0 s povezavami med določenimi FA področji.

5.1.5 Terminatorji in akterji

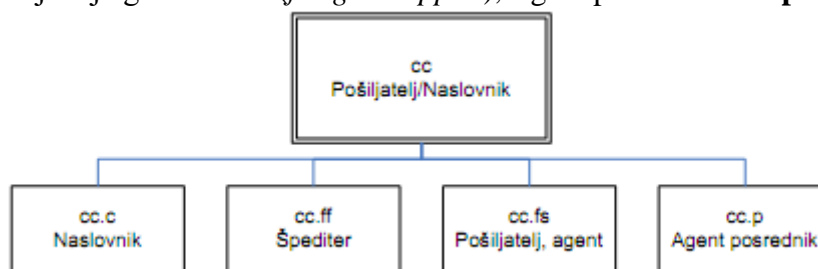
Terminator predstavlja povezavo med ITS okvirno arhitekturo (ITS Sistemom) in zunanjim svetom. (Sistem napisan z veliko začetnico predstavlja realizacijo ITS arhitekture obravnavanega sistema oz. poljubnega pod-sistema.) Terminatorji so potrebni pri načrtovanju meja Sistema za razumevanje, kaj stoji 'znotraj' in kaj 'zunaj' Sistema. Povezava podaja definicijo o tem 'kaj' funkcionalnost v arhitekturi oz. Sistem pričakuje od zunanjega sveta da stori, katere podatke mora Sistemu posredovati in katere podatke mora Sistem (njegova funkcionalnost) mora posredovati Terminatorju. Ta je lahko neka oseba, sistem ali fizična entiteta od katere se lahko pridobi podatke, na primer vremenske ali podatke o stanju cestišča. Tako osebe kot sistemi so lahko del organizacij ali javnih agencij, ki prispevajo na tak ali

drugačen način k potrebam ITS storitev. Vsak terminator je definiran z opisom v '*shall*' jeziku. Terminatorji povezujejo obe, funkcionalno in fizično arhitekturo. Seznam terminatorjev ITS EU okvirne arhitekture je podan v tabeli 5-4. Opisi terminatorjev so podani v dokumentu projekta Frame (Bossom in dr., 2004a).

Tabela 5-4: Seznam terminatorjev ITS EU okvirne arhitekture

	Ime terminatorja	Terminator name	Akronim
1	okolje	ambient environment	ae
2	infrastruktura mostov/predorov	bridge/tunnel infrastructure	bti
3	tovor	cargo	c
4	pošiljatelj/naslovník	consignor/consignee	cc
5	voznik	driver	d
6	sistemi za zaščito, reševanje in pomoč	emergency systems	es
7	zunanji ponudnik storitev	external service provider	esp
8	plačilni sistem	financial clearinghouse	fc
9	subjekti nadzora nad kršitelji predpisov	law enforcement agency	lea
10	vir podatkov o lokaciji	location data source	lds
11	vzdrževanje	maintenance organization	mo
12	multi-modalni sistem	multi-modal system	mms
13	operater	operator	o
14	stanje cestišča	road pavement	rp
15	sistemi povezani s cestami	road related system	rrs
16	promet	traffic	trfc
17	načrtovalec transporta	transport planner	tp
18	potnik	traveler	t
19	vozilo	vehicle	v
20	vremenski sistemi	weather systems	ws

Kar nekaj terminatorjev je med seboj zelo podobnih v smislu kaj so in pričakovanja kako vzajemno sodelujejo s Sistemom. Na primer, obstaja več različnih tipov terminatorja voznik ('*driver*') na osnovi različnih uporab vozil, ki jih vozijo ('*private driver*', '*emergency vehicle driver*', '*freight veicle driver*', '*hazardous vehicle driver*', '*public transport driver*'). Nekateri deli funkcionalnosti v arhitekturi bodo pošiljali/sprejemali podatke k/od enega tipa 'voznik-a' ali, druga možnost, k vsem tipom voznik-ov ('*driver*'). Raje kot prikazovanje diferenciacije z ločenim terminatorjem za vsak tip (arhitektura bolj zapletena), se jih prezentira z akterjem (pod-terminator). Drugi tak primer je terminator 'pošiljatelj/naslovník' '**cc**' (*consignor/consignee*), ki vsebuje akterje (slika 5-4): 'naslovník' '**cc.c**' (*consignee*), 'špediter' '**cc.ff**' (*freight forwarder*), 'pošiljatelj agent' '**cc.fs**' (*freight shipper*), 'agent posrednik' '**cc.p**' (*principal*).



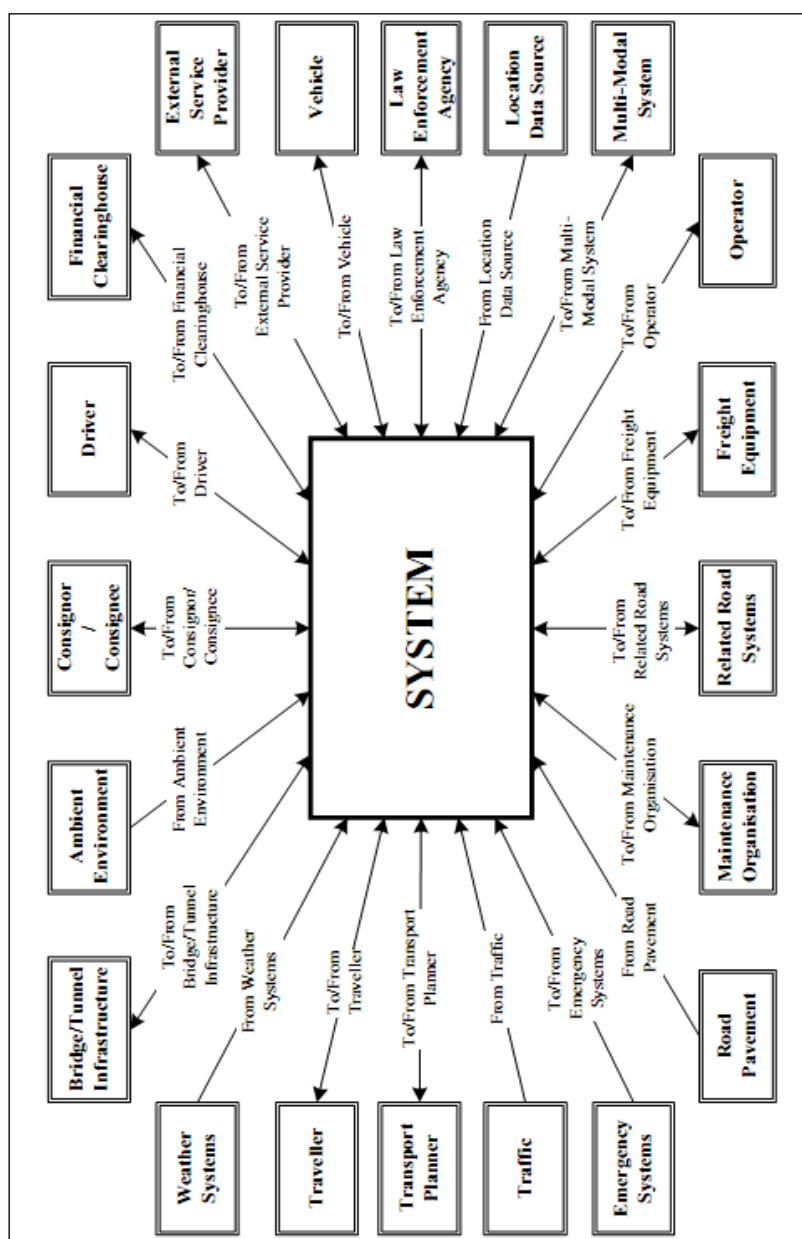
Slika 5-4: Akterji terminatorja 'pošiljatelj/naslovník'

Vsak terminator (in akter) ima svoj akronim (tabela 5-4). Način kako se akronim pripisuje akterjem je podan v tabeli 5-5 za terminator '**cc**'.

Tabela 5-5: Način pripisovanja akronimov za akterje

ime terminatorja	ime akterja	akronim
consignor/consignee		cc
	freight shipper	cc.fs
	principal	cc.p
	consignee	cc.c
	freight forwarder	cc.ff

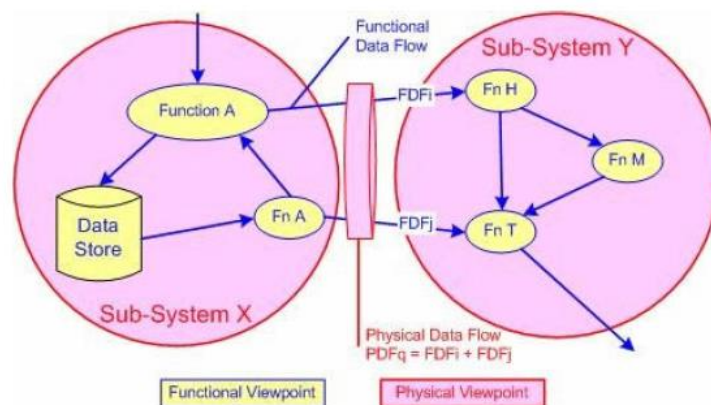
Povezave z 20 terminatorji in Sistemom se prikaže na splošnem (*template*) kontekstnem diagramu (*Context diagram*, slika 5-5). Vsak terminator s Sistemom povezuje (puščica) pretok podatkov (*Data flow*).



Slika 5-5: Kontekstni diagram FRAME arhitekture

5.2 FIZIČNA ARHITEKTURA

Fizična sistemska zasnova (*Physical architecture*) opisuje, kje se funkcionalnosti grupirajo v fizične lokacije. Nastali fizični pod-sistemi in moduli so osnova za nabavljanje in razvijanje komponent, fizični pretoki podatkov pa predstavljajo dejanske fizične povezave (slika 5-6).



Slika 5-6: Relacija med funkcionalnim in fizičnim vidikom

Glavni karakteristiki teh enot sta:

- da zagotavljajo (*provide*) eno ali več storitev s seznama uporabniških potreb;
- da jih je možno realizirati (kreirati).

Proces realizacije lahko vključuje fizične stvari (npr. obcestno strukturo in opremo različnih oblik), nefizične stvari (npr. programsko orodje) ali kombinacijo obeh. Načinov kako se kreira sisteme za določeno funkcionalno arhitekturo je več. Ker bi bil obseg dokumenta, ki bi pokrival vse možnosti pretirano obsežen, je bil v okviru projekta KAREN privzet pristop vzorčnih Sistemov (*example Systems*). Namen le-teh je prikaz primerov 'dobre prakse' fizičnih Sistemov, ki se jih lahko razvije z uporabo funkcionalne zasnove. V veri najboljših koristi je bilo sprejeto, da vpeljava zgolj enega 'definitivnega' Sistema ni primerna za ITS-EU fizično zasnovo (ker pač ne obstaja edinstven način, kako se to naredi oz. lahko naredi). Vzorčni primeri sistemov so organizirani v 8 skupin od katerih vsaka pokriva določeno področje ITS sistemov P_i (tabela 5.6).

Tabela 5-6: Organizacija vzorčnih Sistemov

Zap. št.	Skupina	Ime
1	P1-P9	<i>Integrated traffic management</i>
2	P10-P19	<i>Electronic fee collection</i>
3	P20-P29	<i>Safety and emergency</i>
4	P30-P39	<i>Traffic management</i>
5	P50-P59	<i>Vehicle (not FFM or PTM)</i>
6	P60-P69	<i>Traveler assistance and route guidance</i>
7	P70-P79	<i>Law enforcement</i>
8	P80-P89	<i>Freight and fleet management</i>

V tabeli 5-7 je podan delni seznam vzorčnih Sistemov za katere je v dokumentu (Bossom in dr., 2000) prikazana bistvena problematika vsakega od njih in njihova fizična sistemska zasnova.

Tabela 5-7: Delni seznam vzorčnih Sistemov

Št.	System name	Ime sistema
P1	<i>Integrated urban traffic and public transport management system</i>	Integrirani sistem za upravljanje urbanega prometa in javnega transporta
P2	<i>RDS-TMC Italian system</i>	Italijanski sistem RDS-TMC
P3	<i>Urban traffic control and public transport priority system</i>	Sistem za nadzor urbanega prometa in prioritete vožnje za javni promet
P4	<i>Telematics technologies for transport and traffic in Torino system</i>
P10	<i>Electronic cash transaction system</i>	
P11	<i>Automatic road tolling system</i>	
P22	<i>Hazardous goods management system</i>	
P30	<i>Urban traffic management system</i>	
P31	<i>Inter-urban traffic management system</i>	
P50	<i>Advanced driving assistance system</i>	
P60	<i>Traveler assistance and route guidance system</i>	
P70	<i>Law violation and vehicle detection system</i>	
P81	<i>Distributed freight management system</i>	

5.2.1 Fizične enote

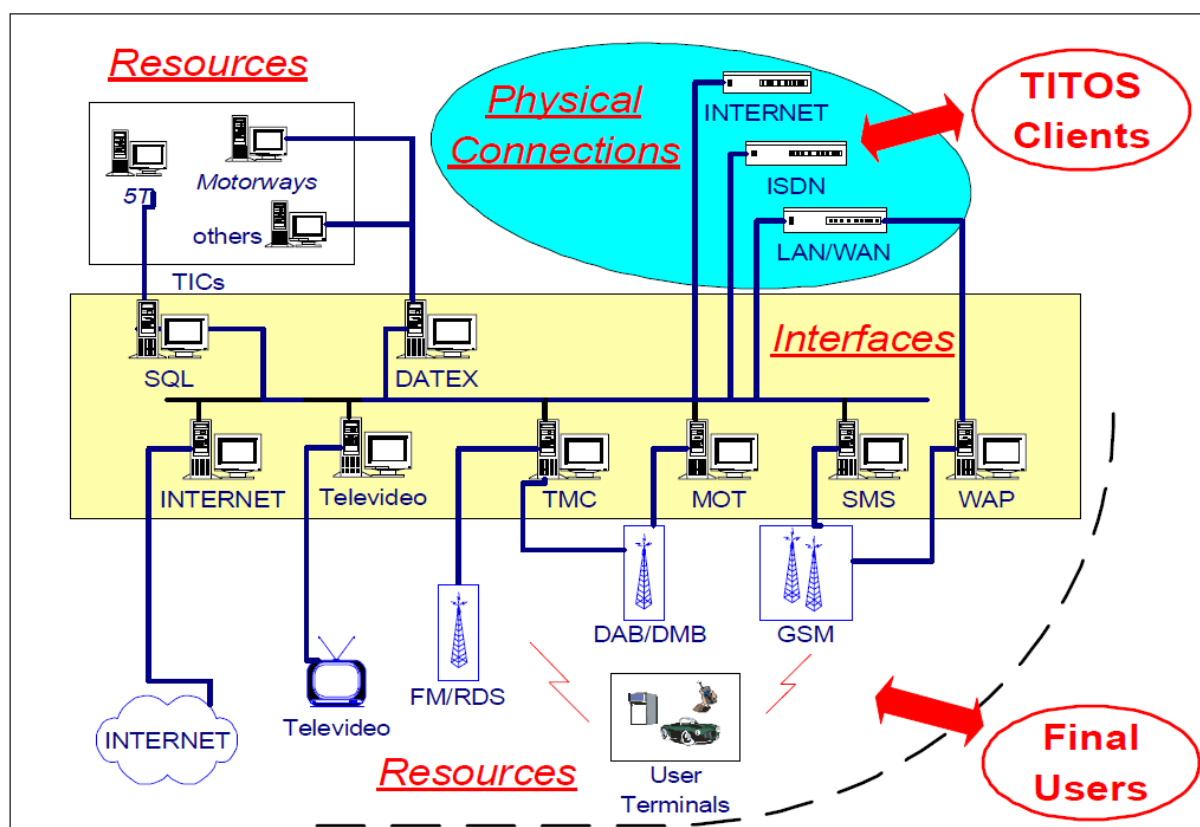
- **Sistemi:** Z uporabo gradnikov funkcionalne arhitekture je kreiranje Sistemov za neko fizično zasnovano možno na več načinov.
- **Pod-sistemi:**
- **Moduli:** Pod-sistem se lahko deli v enega ali več modulov.
- **Fizični pretoki podatkov PDF (Physical Data Flow):** Zagotavljajo komunikacijsko povezavo znotraj vzorčnega Sistema. Omogočajo pošiljanje podatkov med pod-sistemi, med moduli, med pod-sistemi in moduli kakor tudi k/od terminatorja. Sestavljeni so iz enega ali več funkcionalnih pretokov FDF (*Functional Data Flow*).
- **Terminatorski pretoki podatkov:** Zagotavljajo povezavo med pod-sistemi in moduli z zunanjim svetom, ki ga predstavlja terminator.
- **Drugi tipi enot:** Druge tipe enot, ki tvorijo fizično sistemsko zasnovano, se lahko razvrsti v dve skupini, ki zajemajo komponente funkcionalne arhitekture (funkcije, podatkovna skladišča in podatkovni pretoki) in terminatorje, ki so isti kot tisti v funkcionalni zasnovi.

5.2.2 Primer fizične arhitekture: vzorčni Sistem P1

V naslednjem je opisan primer fizične arhitekture za P1, prvi vzorčni Sistem '*Integrirani sistem za upravljanje urbanega prometa in javnega transporta*' (*Integrated urban traffic and public transport management system*) (tabela 5-7). Sistem ponuja vsestranske prometne in potovalne podatke v realnem času na različnih nivojih in kompleksnostih. Razen tega prikazuje tudi razpoložljive komunikacijske kanale za nudenje storitev potnikom in vmesnike za vidne ITS aplikacijske protokole.

Sistem P1 je osnovan na odprtem okolju imenovanem TITOS (*Torino ITS 2000 Open Showcase*). Logični elementi Sistema so prikazani na sliki 5-7. NC center Sistema za nadzor in vodenje prometa SNVP, imenovan tudi 5T (*Tecnologie Telematiche Trasporti Traffico Torino*), skrbi za upravljanje prometnih tokov na območju širše torinske regije ter obveščanje uporabnikov o stanju na cestni mreži. Nadzorniki prometa skrbijo za vodenje prometa v mestu Torino, spremljajo javni potniški promet in upravljajo mestno mrežo semaforjev. NC center

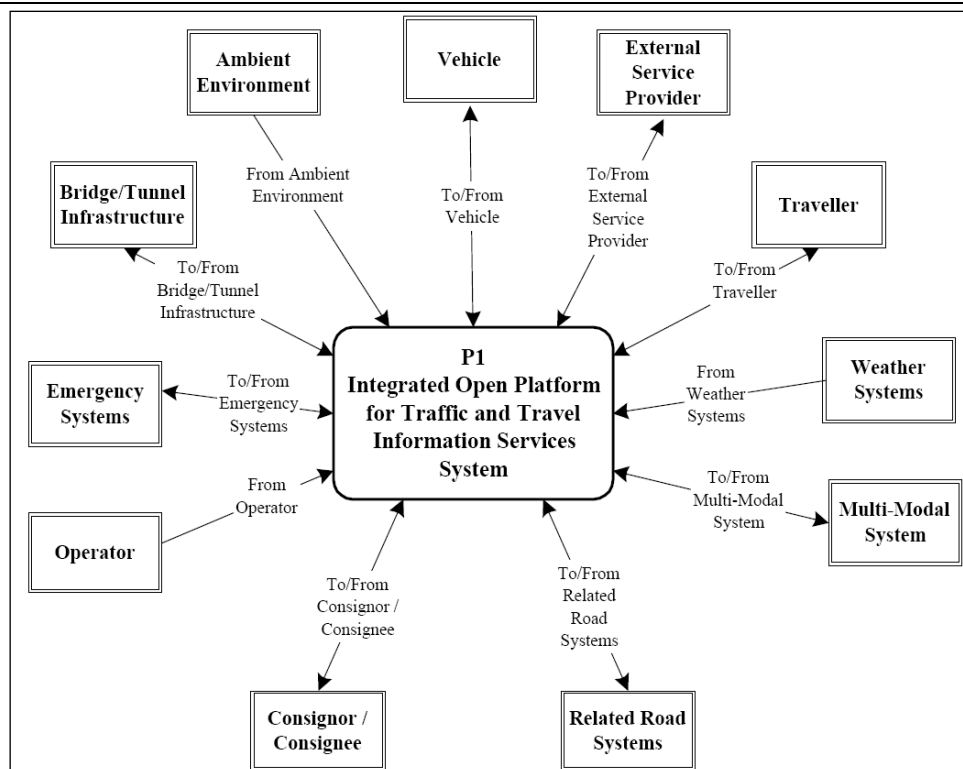
uporabnike obvešča o stanju na cestni mreži (tako avtoceste kot tudi mestne ceste), o zasedenosti in prostih mestih na parkiriščih ter ponuja storitev načrtovanja prometnih poti. Sistem je svojo operativno veljavo pokazal v času Olimpijskih iger leta 2006.



Slika 5-7: Logični elementi TITOS arhitekture

5.2.2.1 Kontekstni diagram Sistema P1

Na sliki 5-8 je prikazan kontekstni diagram P1 Sistema. Od skupno 20 terminatorjev uporabljenih v FRAME arhitekturi (tabela 5-4), devet od njih ni potrebnih v tem Sistemu. V sliki 5-8 je tako prikazanih 11. Nadalje, nekateri od prikazanih terminatorjev (skupaj 5) so bili v pripravljalnem obdobju projekta, privzeti kot 'potencialni'. Analizirani Sistem je namreč odprt (odprta platforma) za kasnejšo navezavo (v obdobju življenjskega cikla) s kakšnim drugim terminatorjem, akterjem ali sistemom. Ker v tem obdobju ni bilo očitno, kaj naj bi bili podatkovni tokovi k/od potencialnega terminatorja, je v nadaljevanju podan opis le tistih, za katere je bilo izkazano resno zanimanje (s strani načrtovalcev), da se jih vključi v TITOS. Tako so 'potencialni' terminatorji le navedeni brez opisa njihovih podatkovnih tokov.



Slika 5-8: Kontekstni digram za vzorčni Sistem P1

5.2.2.2 Pod-sistemi v P1

Sistem P1 se sestoji iz 6 glavnih Pod-sistemov P1.i ($i=1\dots 6$) prikazanih na sliki 5-9 skupaj s povezavami med njimi in s terminatorji:

P1.1 Pod-sistem '*Interface Platform*':

Zagotavlja vso potrebno centralizirano funkcionalnost za medoperabilnost med sistemi. Vključuje vse potrebne vmesnike, ki omogočajo izmenjavo ali so-uporabo podatkov s pomočjo standardiziranih ali porajajočih EU rešitev (npr. DATEX-Net, Internet). Nadalje, zagotavlja potrebne prenosne verige za sprejemanje in oddajanje osnovnih podatkov, obdelanih podatkov in storitev potnikom preko zelenih prenosnih poti (npr. *RDS-TMC*, *DAB/DBM*, *GSM*, *Televideo/Teletext*, *Internet*) z zagotavljanjem preklonnikov (*gateway*) do so-uporabljene komunikacijske infrastrukture.

P1.2 Pod-sistem '*National and International Data Provider*':

Pod-sistem zagotavlja prometne osnovne in obdelane podatke na nacionalnem in internacionalnem nivoju podrobnosti. Podatki se dobijo s pomočjo zunanjih obcestnih sistemov v realnem času. Dejansko predstavlja italijanski nacionalni, zbirni PIC center.

P1.3 Pod-sistem '*Local Data Provider*':

Pod-sistem zagotavlja prometne osnovne in obdelane podatke potrebne na urbanem nivoju podrobnosti. Podatki se dobijo s spremljanjem prometa v realnem času s pomočjo zunanjih obcestnih sistemov v mestu. Dejansko predstavlja del 5T sistema, ki oskrbuje (zagotavlja) podatke.

P1.4 Pod-sistem '*Local Service Provider*':

Pod-sistem zagotavlja storitve primarno na temelju osnovnih in obdelanih podatkov so-uporabljenih s P1.3 in opcijsko dodatnih lokalnih podatkov. potrebne na urbanem nivoju

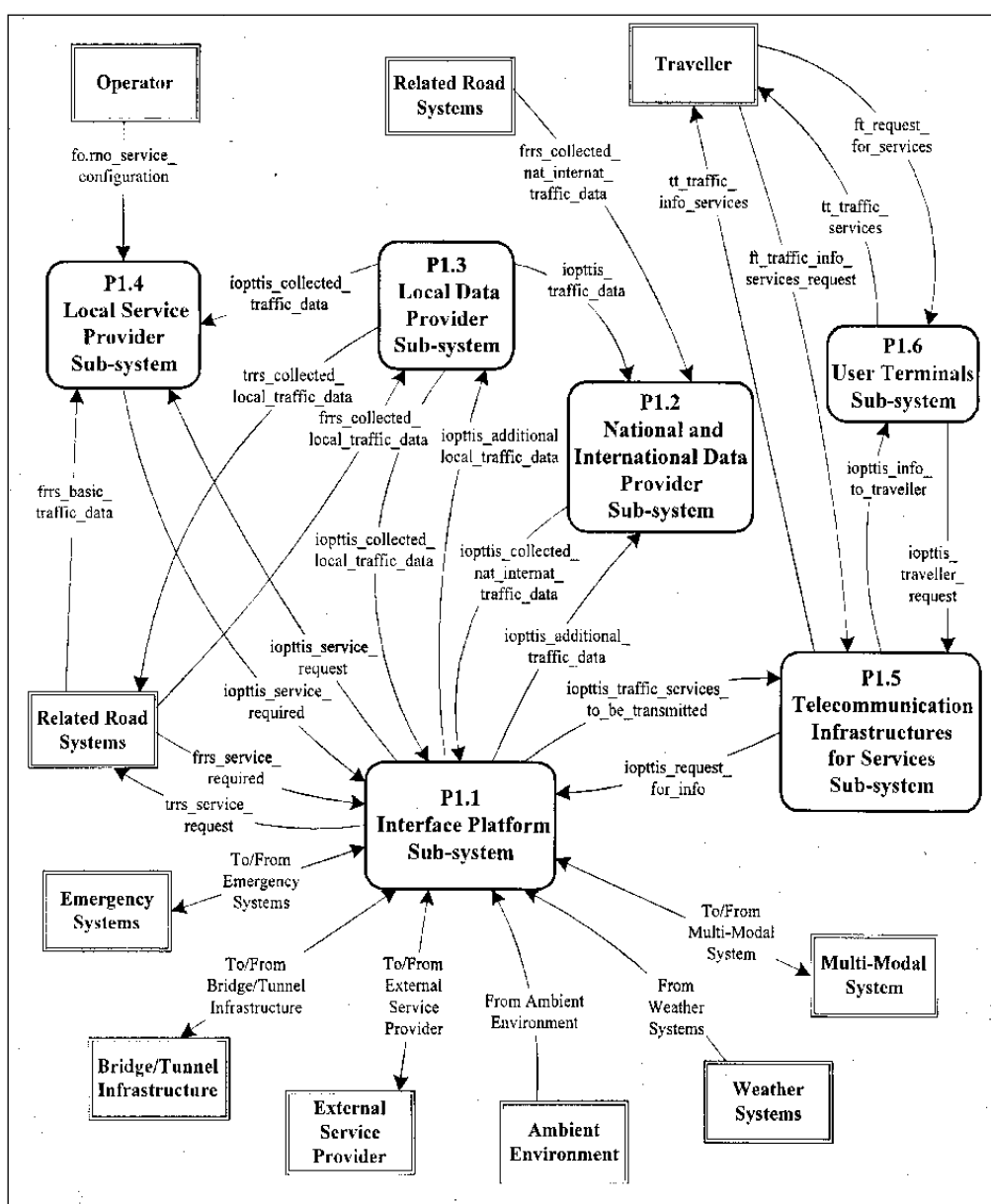
podrobnosti. Vključuje tudi možnost procesiranja za zagotavljanje obdelanih podatkov na zahtevo, ki naj bi jih uporabljali zunanji ponudniki storitev (dodana vrednost storitev).

P1.5 Pod-sistem 'Telecommunication Infrastructure for Services':

Pod-sistem zagotavlja vse infrastrukture potrebne za oddajanje preko različnih poti (npr. *DAB/DBM, FM/RDS, GSM, Televideo/Teletext, Internet*). Telekomunikacijska infrastruktura je last različnih družabnikov in deluje v okviru različnih operaterjev, ki so se strinjali, da je na razpolago in so-uporabljena, preko odprte platforme, ponudnikom storitev.

P1.6 Pod-sistem 'User Terminals':

Pod-sistem vključuje opremo potrebno za informiranje potnika, statično in dinamično, ki je končni uporabnik celotnega Sistema. Terminali so locirani na letališču in v mestu z enakomernim pokritjem urbanega območja. Lastnik terminalov je 5T z možnostjo nudenja gostujočih aplikacij zunanjih ponudnikov storitev.



Slika 5-9: Pod-sistemi v P1

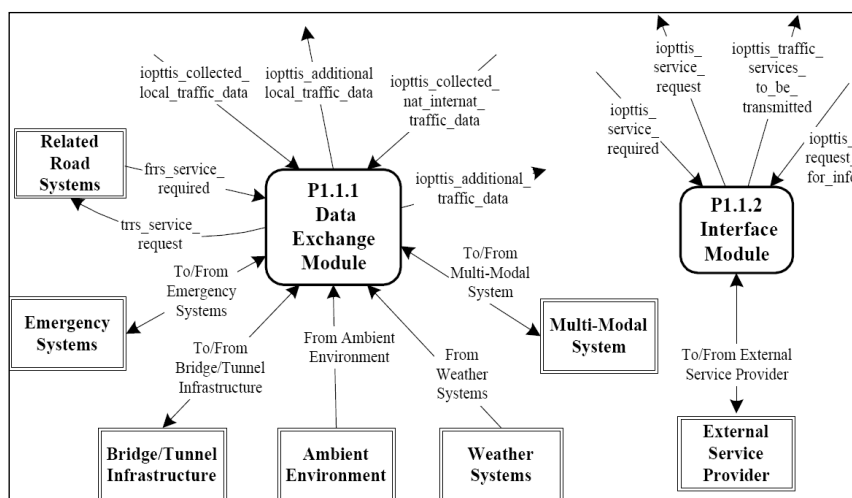
5.2.2.3 Moduli in funkcije

Navedenih 6 Pod-sistemov se lahko deli v Module in Funkcije, v konkretnem primeru trije (P1.1, P1.3 in P1.6) v Module, ostali trije pa direktno v Funkcije.

Moduli v Pod-sistemu P1.1: Sestavljata ga dva Modula (slika 5-10), ki pokrivata izmenjavo in so-uporabo podatkov med sistemi in s tem omogočajo možnost so-uporabe različnih prenosnih kanalov za doseg končnega uporabnika. Njihovi opisi so naslednji:

P1.1.1 Modul 'Data Exchange': omogoča, da se prometni podatki so-uporabljajo in izmenjujejo z uporabo različnih EU standardiziranih in/ali novo porajajočih rešitev (npr., DATEX-Net, Internet). Vsebuje niz vozlišč, ki se jih lahko poslužuje tudi zunanji sistemi.

P1.1.2 Modul 'Interface': zagotavlja potrebne vmesnike z različnimi so-uporabnimi prenosnimi kanali. Multimedija strežniki pokrivajo načine kako se informacije zagotavljajo različnim medijskim kanalom tako, da bo DAB/DMB (*Digital Multi Media*) strežnik uporabljal MOT (*Multi Object Transfer*) protokol za razpošiljanje spletnih (*web*) strani in podatkov DAB oddajnikom, internetni POP (*Post Office Protocol*) strežnik bo uporabljal FTP (*File Transfer Protocol*) protokol za pošiljanje podatkov na Internet, WML (*Wireless Markup Language*) strežnik bo upravljal WML strani, ki se lahko brskajo z GSM z uporabo WAP (*Wireless Application Protocol*), GSM/SMS strežnik bo pravilno naslovil SMS podatke operaterjem mreže, Televideo/Teletext strežnik bo pravilno naslovil podatke Televideo/Teletext oddajnikom.

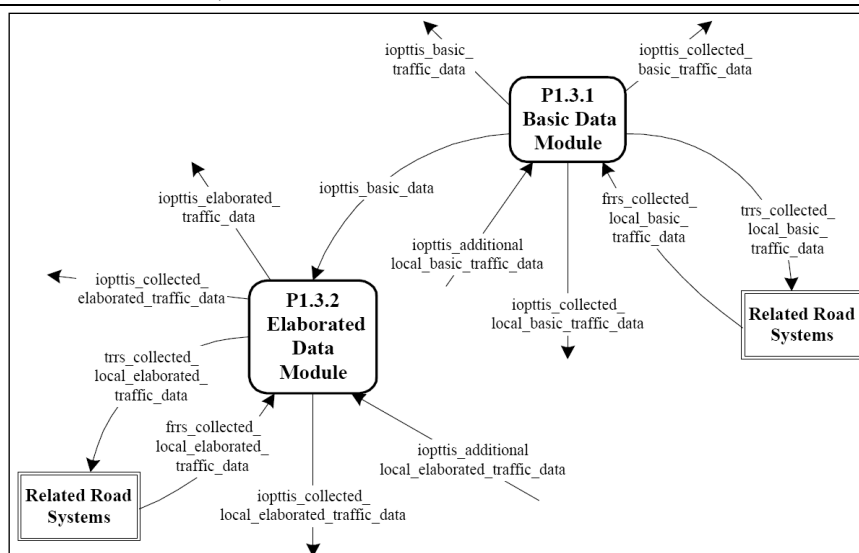


Slika 5-10: Moduli v Pod-sistemu P1.1

Moduli v Pod-sistemu P1.3: Sestavljata ga dva Modula (slika 5-11), ki pokrivata izmenjavo in so-uporabo podatkov med sistemi in s tem omogočajo možnost so-uporabe različnih prenosnih kanalov za doseg končnega uporabnika. Njihovi opisi so naslednji:

P1.3.1 Modul 'Basic Data': zagotavlja vse prometne podatke, ki se spremljajo na terenu na osnovi meritev v realnem času.

P1.3.2 Modul 'Elaborated Data': zagotavlja vse prometne informacije ustrezno obdelane (procesirane) iz osnovnih podatkov.

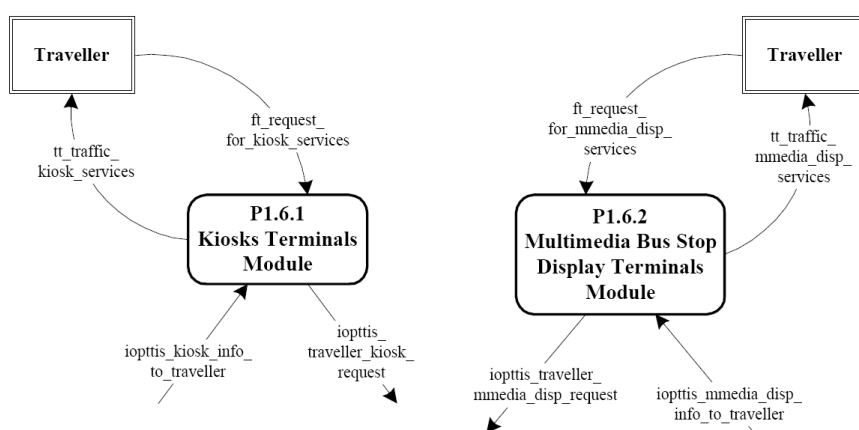


Slika 5-11: Moduli v Pod-sistemi P1.3

Moduli v Pod-sistemu P1.6: Sestavljata ga najmanj dva Modula (slika 5-12). Ta predstavljata način, kako storitev o potovalnih informacijah doseže uporabnika, to je, na kakšen način potnik pridobi koristne informacije od Sistema.

P1.6.1 Modul 'Kiosks Terminals': Modul zagotavlja interaktivne mobilne (npr. možne sprejemanja podatkov preko DAB) 'telematske postaje' z lokalnimi brskalniki s katerimi uporabnik pridobi ustrezne informacije. Postavljeni so na železniških postajah, letališčih, črpalkah, pri nekaterih hotelih in konferenčnih poslopijih.

P1.6.2 Modul 'Multimedia Bus Stop Display Terminals': Zagotavlja terminalno opremo nove generacije opremljeno z DAB sprejemnikom. Prikaže prejete potovalne informacije na velikem ekranu.

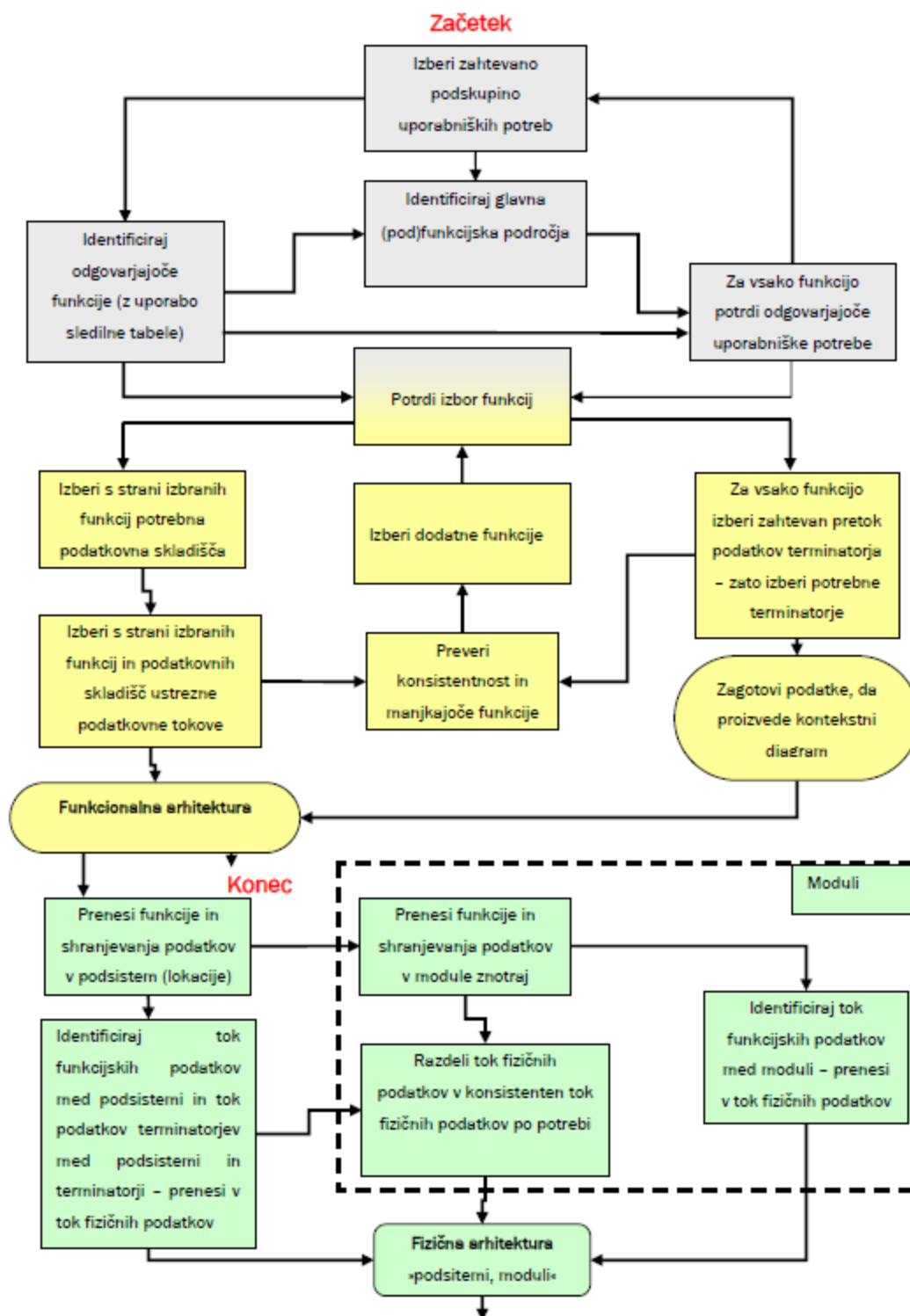


Slika 5-12: Moduli v Pod-sistemi P1.6

Vsi identificirani Pod-sistemi in Moduli se lahko delijo v Funkcije. Pregledni opis vseh Funkcij in Podatkovnih skladišč uporabljenih v vseh 'vzorčnih Sistemih' je podan v viru (Bossom dr., 2000a).

Za ITS sistemsko zasnovano s funkcionalnega in fizičnega vidika se lahko uporablja programski paket *FRAME Selection Tool*, ki je bil zasnovan, da omogoči oblikovanje podskupin evropske referenčne ITS arhitekture. Orodje je dosegljivo na spletni strani <http://www.frame->

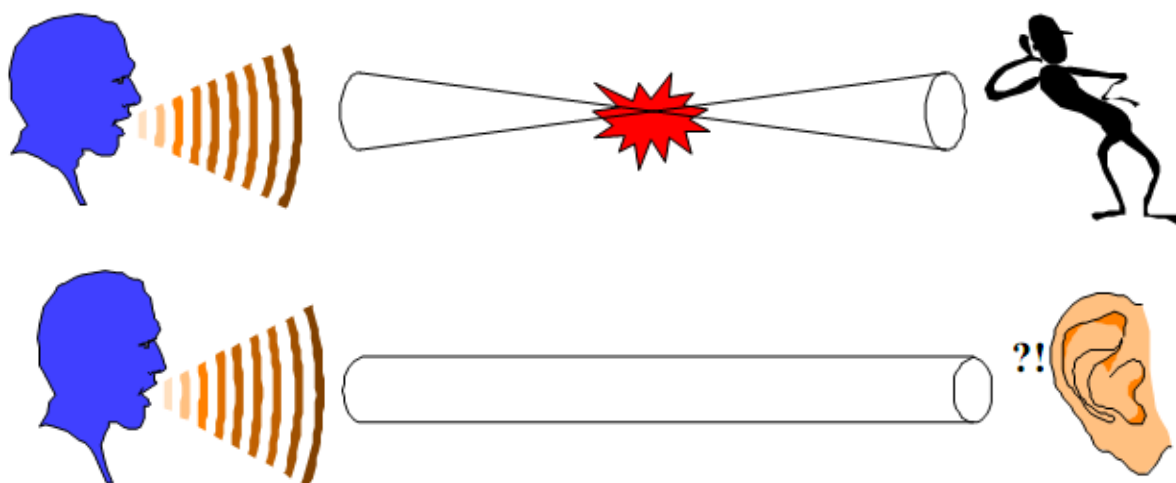
online.net/selectiontool.htm in je prosto za uporabo. Algoritem pristopa k procesu izdelave posameznega vidika ITS arhitekture je prikazan na sliki 5-13.



Slika 5-13: Algoritem uporabe programskega orodja *FRAME 'Selection Tool'*

5.3 KOMUNIKACIJSKA ARHITEKTURA

Komunikacijska arhitektura (*Communication architecture*) definira in opisuje načine v podporo izmenjave informacij med različnimi deli Sistema. V kontekstu FRAME le-ta definira in opisuje načine za zagotavljanje fizičnih pretokov podatkov PDF. Pri opisovanju in definiranju načinov zagotavljanja PDF pretokov gre za dva komplementarna problema, ki ju je potrebno obravnavati z dvema različnima metodologijama (slika 5-14). Prvi se tiče načinov oskrbovanja s prenosi podatkov (telekomunikacij) z enega konca na drugega (slika 5-14, zgoraj), pri čemer mora biti način prenosa primeren za Sistem v smislu stroškov, modifikacij ali zakasnitev. Tehnično, pri tem problemu gre za 4 spodnje plasti (fizični, prenosni, omrežni in prenosni) OSI modela.



Slika 5-14: Problem komunikacij: način prenosa (zgoraj) in razumevanje (spodaj) informacij

Poleg oskrbovanja telekomunikacij je izredno pomembno, kar se komunikacij tiče, tudi zagotavljanje, da informacija, poslana iz enega konca prenosne poti, ni samo razumljena ampak tudi interpretirana, brez deviacij na drugem, sprejemnem koncu (slika 5-14, spodaj). Na prvi pogled se zdi, da je to samo vprašanje standardov, za katere se je treba dogovoriti, da bodo različni deli Sistema izmenjevali podatke na najbolj učinkovit način. Dejansko, zmožnost Sistema, da zagotavlja storitve, je v celoti odvisna od podatkov, ki jih ta procesira. Pod vprašajem torej niso samo kateri podatki, ki morajo biti procesirani, ampak tudi kakšen nivo detajlov se uporablja za opis analiziranih objektov. Ostala tehnična vprašanja, kot na primer, kje so podatki shranjeni in kateri del Sistema procesira katere dele podatkov, se tudi ne sme prezreti. Ta vprašanja večkrat vodijo k različnim načinom izmenjave in s tem različnim standardom za pošiljanja/sprejem sporočil.

Model OSI (*Open Systems Interconnection*) je razvila ISO organizacija l. 1984 in velja za osnovni arhitekturni model za komunikacijo med računalniki. OSI referenčni model določa, kako se informacija iz aplikacije na enem računalniku preko omrežja prenese v aplikacijo na drugem računalniku. Model je sestavljen iz sedmih plasti. Na vsaki plasti so definirane posamezne mrežne funkcije. Vsaka plast predstavlja zaključeno celoto, kar pomeni, da se opravila na posamezni plasti izvršujejo neodvisno od drugih plasti. Model OSI se deli na 'zgornji' del (zgornji trije sloji) in 'spodnji' del (spodnji štirje sloji). Zgornji del se imenuje tudi aplikacijska plast, spodnji pa transportna plast.

7	aplikacijska plast	aplikacijska plast
6	predstavitvena plast	
5	plast serije	
4	prenosna plast	transportna plast
3	omrežna plast	
2	povezovalna plast	
1	fizična plast	

Komunikacija med dvema sistemoma poteka tako, da višje plasti modela OSI računalnika, ki želi posredovati informacijo (sistem A), posredujejo informacijo nižjim plastem: od aplikacijske plasti proti fizični plasti. Fizična plast posreduje informacijo na mrežni medij in jo pošlje sistemu, kateremu se posreduje informacijo (sistem B). V sistemu B se izvaja enak postopek v obratnem vrstnem redu: fizična plast prejme informacijo in jo posreduje višjim plastem vse do aplikacijske plasti. Takšni komunikaciji se reče vertikalna komunikacija, kjer informacija v sistemu A potuje od zgoraj navzdol, v sistemu B pa od spodaj navzgor.

Poleg tega je potrebno upoštevati, da vsaka plast 'razume' le informacije, ki jih prejme od istoimenske plasti računalnika s katerim komunicira. Navidezno torej plast komunicira le z istoimensko plastjo, čemur se reče horizontalna komunikacija.

Istoimenske plasti se sporazumevajo s pomočjo kontrolne informacije, ki je dodana podatkom v obliki glave (*header*) ali repa (*trailer*). V sistemu A vsaka plast navadno doda glavo (oz. rep ali oboje) podatkom, ki jih je prejel od sosednje plasti, v sistemu B pa vsaka plast odvzame kontrolno informacijo. Dodajanju glave in/ali repa podatkom, ki jih prejmemo od sosednjih plasti, se reče enkapsulacija.

Način izmenjave podatkov znotraj Sistema je kritična zadeva z velikim vplivom na njegovo zmožnost zagotavljanja ene ali druge storitve. Ker je ITS Sistem rezultat razvoja veliko različnih proizvajalcev z različnimi cilji, je nastajanje skupnih standardov dolg in težak proces, potreben močne podpore, če naj se doseže medobratovalnost (interoperabilnost). Standardizacija na ITS področju je ena od tem z največjim številom razprav.

Kot ostale komponente EU ITS arhitekture, tudi komunikacijska arhitektura mora biti čim bolj kot mogoče tehnološko neodvisna. Način, kako se to dosega, je metodologija karakterizacije in analize PDF pretokov najbolj reprezentativnih 'vzorčnih Sistemov' v fizični arhitekturi, iz katerih se pridobi najbolj reprezentativne telekom potrebe pri različnih vmesnikih Sistema. Opis teh tipičnih telekom potreb je prvi dosežek komunikacijske arhitekture. Telekom tehnologije se spreminjajo tako hitro, da je pravzaprav nemogoče zagotavljati arhitekturo, ki bi bila veljavna na dolgi rok. Predlagani opis tipičnih PDF pretokov ostaja veljaven vse dotlej dokler se 'slike' najbolj reprezentativnih vzorčnih Sistemov ne preveč spremenijo.

Potrebe po komunikacijah so razporejene skoraj v vseh FRAME pod-sistemih (tabela 3-10, Del III). V Tabeli 5-4 zgoraj je podan seznam 20 terminatorjev (dejansko zunanjih sistemov) definiranih v fizični sistemski zasnovi. Vsak ITS Sistem izmenjuje podatke in/ali informacije z nekaterimi (ne vseh) od teh terminatorjev. Potrebno je definirati komunikacijske zahteve vezanih na vmesnike Sistem - Terminatorji. S tega vidika se različne terminatorje lahko deli v tri kategorije (tabela 5-8) in sicer na tiste:

- ki zahtevajo izmenjavo podatkov s Sistemom na elektronski način (telekomunikacijska povezava);
- katerih stanje Sistem ali zazna ali kontrolira preko vmesnika (fizična povezava);
- ki so povezani z ljudmi (HMI povezava).

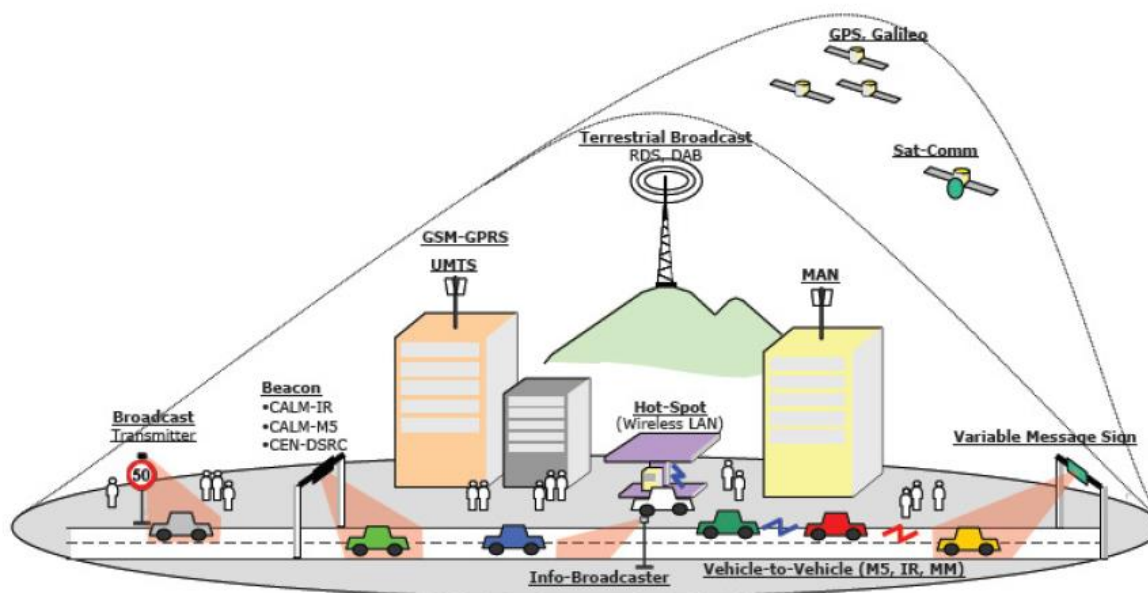
Tabela 5-8: Kategorizacija povezav s terminatorji

	Terminator	Akr.	Tip povezave		
			telekom	fizična	HMI
1	okolica	ae		X	
2	most/ infrastruktura predora	bti		X	
3	oprema za tovor	fe	X		
4	pošiljatelj/naslovník	cc	X		
5	voznik	d		X	X
6	sistemi za reševanje in pomoč	es	X		
7	zunanjí ponudnik storitev	esp	X		
8	obračunska ustanova	fc	X		
9	agencija za vzdrževanje reda	lea	X		
10	vir podatkov o lokaciji	lds	X		
11	organizacija za vzdrževanje	mo	X		
12	multi-modalni sistem	mms	X		
13	operater	o		X	X*
14	stanje cestišča	rp		X	
15	sistemi povezani s cestami	rrs	X		
16	promet	trfc		X	
17	načrtovalec transporta	tp	X		
18	potnik	t	X	X	X
19	vozilo	v		X	
20	vremenski sistemi	ws	X		

*V tem primeru gre za 'operaterja' neke potovalne agencije

5.3.1 Sestava komunikacijske infrastrukture

Osnova so hrbtencična omrežja, dostopovna omrežja, hišna omrežja, terminalska oprema in strežniki, ki dobro upravljani in nadzorovani uporabnikom zagotavljajo storitve in vsebine. V hrbtencičnem omrežju so: klasično telefonsko omrežje, podatkovno (IP/ATM) omrežje, mobilno omrežje in radiodifuzija. Za dostopovna omrežja je raznolikost velika: ISDN, PSTN, CATV, xDSL, FTTB, radio, sateliti. V hišna omrežja sodijo širokopasoven dostop preko xDSL ali kablskih sistemov. Terminalska oprema je poslovna ali rezidenčna, obe tudi mobilni. **(Dopolniti!)**



Slika 5-15: Scenariji za komunikacije v ITS sistemih

5.3.2 Prenosni mediji

Pod prenosni medij se razume vse poti in tehnične možnosti po katerih se lahko prenaša neke podatke ali električne signale na daljavo. V grobem se jih lahko ločuje na:

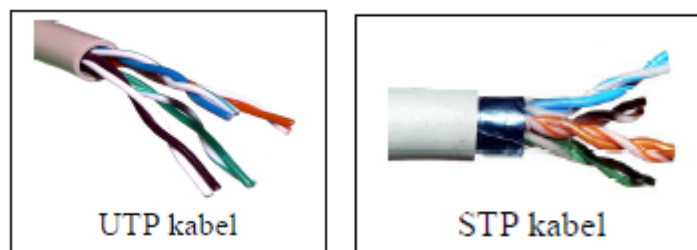
- žične;
- brezžične.

Posebnost so optične poti, ki so lahko fizične ali pa brezžične (npr. pri dalj. upravljalniku). Vse se lahko razvrsti v več tipov prenosnih medijev.

5.3.2.1 Žični prenosni mediji

- **Bakrena zvita parica**; Parica je najpreprostejši, najcenejši in v praksi najbolj razširjen prenosni medij, uporabljan tako za prenose analognih kot digitalnih signalov. Uporabljamo jo lahko za dvotočkovno kot tudi za mnogo-točkovno povezavo. V bistvu je dvojna izolirana bakrena žica, nastala za potrebe telefonije. Če se žici ovije eno okrog druge, se zmanjšajo neželeni električni učinki (motnje, presluh, šumi...).
- **UTP kabel**; Za kabel z več zvitimi paricami se uporablja tudi kratica UTP (*Unshielded Twisted Pair*, slika 5-16, levo). Ta omogoča, da se lahko z novimi digitalnimi tehnologijami vzpostavlja relativno dolge prenosne kanale. Če je ovita z dodatnim kovinskim plaščem, je to podatkovna parica oz. parica STP (*Shielded Twisted Pair*, slika 5-16, desno). Ta plašč

zmanjšuje vpliv zunanjih elektromagnetnih motenj na signal in tudi obratno zmanjšuje oddajanje motenj v okolje.



Slika 5-16: UTP in STP kabel

- **Koaksialni kabli;** Za jedro ima bakreno žico, ovito v izolacijo, njo pa obdaja drugi vodnik v obliki bakrenega pletenega plašča (slika 5-17), ki je vezan na skupni potencial (masa). Ta so-osna elektromagnetna oklopljenost omogoča močno zaščito pred zunanjimi motnjami, a tudi sama ne seva v elektromagnetne motnje v okolico. Je kvaliteten prenosni medij, uporaben za prenose analognih in digitalnih signalov. Glavna lastnost tega kabla je karakteristična impedanca Z_k ; 75 ohmski, t.i. *broadband* kabli, se uporabljajo zlasti v kabljski televiziji (CATV). Tu je za analogne signale frekvenčno področje na podlagi FDM razdeljeno na večje število kanalov (pasovna širina pri TV signalu je 6 MHz, znotraj kanala se lahko preko posebnega modema prenaša podatke do hitrosti 5 Mbit/s). Drugo skupino tvorijo 50 ohmski (*baseband*) koaksialni kabli, ki se uporabljajo predvsem za prenose analognih in digitalnih signalov na krajše razdalje.

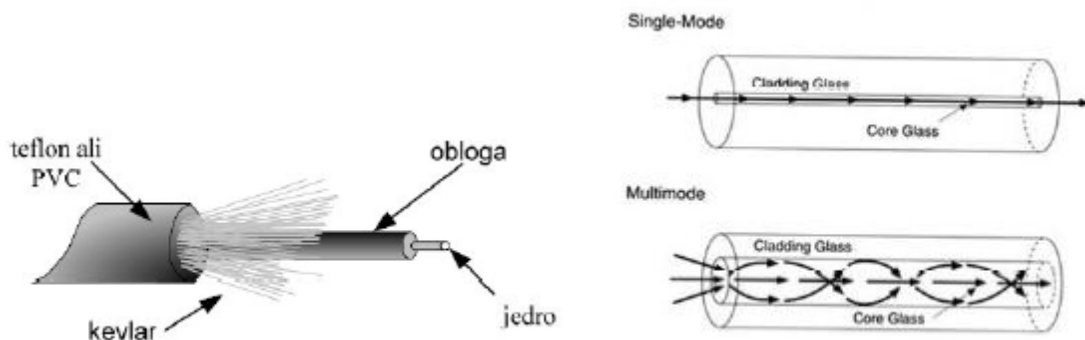


Slika 5-17: UTP in STP kabel

- **Optični kabli;** To je danes najzanesljivejši prenosni medij, ki omogoča doseganje najvišjih prenosnih hitrosti. Osnovo tvori optično vlakno, po katerem se prenaša svetloba. Za njihovo izvedbo se uporablja tako steklena vlakna kot plastične materiale. Od debeline jedra, ki se giblje od 5 μm dalje, so odvisne prenosne karakteristike. Jedro je obdano s poliamidnim plaščem, katerega optične lastnosti se razlikujejo od jedra zato, da pride do odboja svetlobe. Vse skupaj je obdano s plaščem, kateri ščiti vlakno pred zunanjimi vplivi (slika 5-18, levo). Prenos informacije sloni na popolnem notranjem odboju svetlobe, ki se pojavi zaradi dejstva, da ima optično vlakno v jedru višji lomni količnik kot okoliški material. Optični prenosni sistem tvorijo svetlobni vir, prenosni medij in detektor. Za vir svetlobe najpogosteje nastopa laser ILD (*injection laser diode*), za detektor pa fotodioda. Za komunikacijo se tipično uporablja svetloba valovnih dolžin 0,85 μm , 1,30 μm in 1,55 μm . Svetloba vstopa na začetku kabla v cilindrično jedro in

se prenaša znotraj njega s pomočjo odbojev. Hitrosti prenosa znašajo od 100 Mb/s, pa tudi do 100 Gbit/s. Optična vlakna se lahko v grobem razdeli na:

- večrodovna oz. multimodna MMF (*multimode fiber*): najpogosteje s premerom jedra 50 μm , po njih se prenaša svetloba več različnih valovnih dolžin (slika 5-18, desno);
- enorodovna (mono-modna) SMF (*single-mode fiber*): za njih je značilen premer jedra med 5 in 10 μm , ki je primerljiv z valovno dolžino svetlobe, zato se svetlobni signal po vlaknu širi naravnost (slika 5-18, desno). So dražja, imajo pa boljše prenosne lastnosti. Na sliki 5-19 je prikazana primerjava zmogljivosti bakrenih in optični kablov.



Slika 5-18: Optični kabel (desno), optična vlakna (desno)



3.600 parični bakreni kabel
premer 76 mm
64 kb/s na parico
230 Mb/s
0.03 Mb/s / mm²



72 žilni optični kabel
premer 12 mm
2.5 Gb/s / λ / vlakno
1.8 Tb/s / (10 λ)
15.900 Mb/s / mm²



72 žilni optični MiDia kabel
premer 6.6 mm
2.5 Gb/s / λ / vlakno
2.9 Tb/s / (16 λ)
85.000 Mb/s / mm²

Slika 5-19: Primerjava zmogljivosti bakrenih in optični kablov

Prenosni kanali

Vsak prenosni medij omogoča enega ali več prenosnih kanalov. Glavne lastnosti (karakteristike) prenosnih kanalov so: smernost, organizacija podatkov, način kodiranja podatkov, način sinhronizacije posameznega byta in število priključkov na prenosnem mediju. Pomembna lastnost prenosnega kanala je tudi kapaciteta prenosnega kanala (bit/s).

- **Smernost prenosnega kanala;** Prenosni kanal je lahko dvosmeren (*duplex*) ali enosmeren (*simplex*). Dvosmeren kanal ima dve različici: sočasno dvosmeren kanal (*full duplex*) in izmenično dvosmeren kanal (*half duplex*). Enosmeren kanal v omrežjih se sreča redkeje. Uporablja se v specializiranih omrežjih s senzorji, ki sporočajo glavnemu krmilju (z

računalniško podporo) tehnološke podatke (temperatura, vlaga, ipd.) ali pa npr. pri daljinskem upravljanju raznih naprav (DVD, projektor, klima naprava, ...). Pri izmenično dvosmernem kanalu se lahko pojavijo napake pri sinhronizaciji oddajnika in sprejemnika. Lahko se zgodi, da oba hkrati istočasno oddajata podatke, ki se na kanalu 'zaletijo' (pride do trka ali kolizije). Interferenca povzroči popačenje podatkov. Komunikacija je tako dejansko onemogočena. Primer take komunikacije je npr. voki-toki naprava. Pri sočasno dvosmernem kanalu se podatki pretakajo istočasno v obe smeri. Tipični primer je računalniška povezava ali telefonija.

- **Zaporedni in vzporedni kanal;** Prenosni kanal lahko podatke prenaša na dva načina in glede na to se jih deli na:
 - zaporedne (serijske) kanale in
 - vzporedne (paralelne) kanale.

V serijskih kanalih se podatki prenašajo zaporedno bit za bitom. Za povezavo se potrebuje tri linije: sprejem, oddaja in masa. Vzporedni kanali lahko prenašajo več bitov hkrati (8, 16, 32, ...), tj., vsi biti v besedi se prenašajo hkrati. Uporabni so na kratke razdalje, saj se zaradi interferenc med kanali hitro slabša kvaliteta signala.

V računalniških omrežjih praviloma se ne najde vzporednih kanalov. Uporabljajo se le v posebnih primerih za povezovanje računalnikov na oddaljenosti nekaj metrov. Prepustnost vzporednega kanala je v primerjavi z zaporednim večja, vendar si ga na večje razdalje, zaradi višje cene prenosnega medija, ne more privoščiti, hkrati pa so tudi fizikalne omejitve (parazitne lastnosti,...). Ker računalnik interno uporablja vzporedna vodila, je pri zaporednem kanalu potrebna paralelno/serijska konverzija na oddajni strani in serijsko/paralelna konverzija na sprejemni strani.

- **A/D in D/A pretvorba;** V računalniških omrežjih se podatki vedno prenašajo v binarni obliki, kar pomeni, da so predstavljeni z zaporedjem logičnih ničel in enic. Če sta logična ničla in enica kodirani z diskretnimi napetostnimi nivoji, diskretno spremembo frekvence (FSK) ali faze (PSK), se govori o digitalnih kanalih. Če pa sta ti dve logični vrednosti kodirani z analognimi signali, se govori o analognih kanalih. Pri analognem kanalu je na mestu priklopa računalnika potrebna digitalno/analogna konverzija (D/A) na oddajni strani in analogno /digitalna konverzija (A/D) na sprejemni strani prenosnega kanala.
- **Sinhronizacija prenosa;** Glede na sinhronizacijo se govori o:
 - asinhronih prenosnih kanalih in
 - sinhronih prenosnih kanalih.

Pri asinhronem prenosnem kanalu se ob prenosu vsakega bajta oddajnik in sprejemnik sinhronizirata s pomočjo nekega sinhronizacijskega signala. Najbolj znan je asinhroni format, pri katerem se vsakemu znaku (7 ali 8 bitov) doda en začetni sinhronizacijski bit ter enega ali dva končna sinhronizacijska bita. Poleg tega je potrebno dodati še kontrolni bit paritete (način preverjanja pravilnosti prenosa, npr. pri RS232). To pomeni, če je vsota števila 'enic' v podatku enako sodemu številu znaša paritetni bit 1 in obratno, če je vsota enic enaka lihemu številu je pariteta 0. Tako se vidi, da se na 7 ali 8 koristnih bitov prenaša

3 do 4 sinhronizacijske in kontrolne bite, kar pomeni, da ima tak kanal izkoriščenost le okrog 50%. Asinhroni prenosni kanal se najde zelo redko (nekateri terminalski protokoli).

Pri sinhronem prenosnem kanalu se sinhronizacija oddajnika in sprejemnika dogaja na nivoju paketa, ki ima tipično 128, 1024 ali tudi več bajtov. Podatki se nenehno prenašajo. Sinhronizacija se izvrši na podlagi začetnih in končnih 8 bitov vsakega paketa. Izkoriščenost takega prenosnega kanala je neprimerno večja, v primerjavi z asinhronim prenosnim kanalom. Danes se v računalniških omrežjih ta način uporablja najpogosteje

- **Kapaciteta prenosnega kanala;** Kapaciteta prenosnega kanala določa maksimalno število bitov na sekundo (bit/s), ki jih še lahko prenese prenosni kanal (primer: 10 Mbit/s). Prenosni kanali povzročajo z razdaljo slabljenje signala in tudi verjetnost napak.

5.3.2 Brezžične tehnologije

Med brezžične tehnologije WT (*Wireless Technologies*) sodi več skupin povezav zasnovanih na širjenju EM valovanja skozi prosto in sicer:

- radijske zemeljske;
- mikrovalovne usmerjene;
- satelitske;
- infrardeče.

WT tehnologije se lahko deli na niz različnih kategorij, na primer po:

- kom. mediju: point-to-point, point-to-multipoint, radiodifuzija (*Broadcast*);
- kom. pasovni širini: ozka, srednja, široka;
- kom. razdalji: kratke in dolge razdalje komunikacij;
- kom. vsebini: glas (*audio*), slika (*video*), podatki (*data*).

Za brezžične kom. tehnologije se lahko uporablja tudi različne frekvence. Njihova uporaba v telematskih aplikacijah je odvisna od zakonskih predpisov, uporabljenega protokola in karakteristik nosilne frekvence pri razširjanju. V tabeli 5-9 je podan pregled o frekvencah, dometih in uporabi.

Tabela 5-9: Pregled o frekvencah, dometih in uporabi.

Krat.	Ime	Frekvenca	Valovna dol.	Uporaba
ELF	Extremely-Low	< 300 Hz	> 1000 km	podmornice
VF	Voice Frequency	300 – 3000 Hz	100 – 1000 km	žična telefonija
VLF	Very-Low Frequency	3 – 30 kHz	10 - 100 km	avdio, akustični hrup
LF	Low Frequency	30 – 300 kHz	1 - 10 km	radio difuzija
MF	Medium Frequency	300 kHz – 3 MHz	100 – 1000 m	"
HF	High Frequency	3 – 30 MHz	10 – 100 m	"
VHF	Very-High Frequency	30 – 300 MHz	1 – 10 m	radio + TV difuzija, radar
UHF	Ultra-High Frequency	300 MHz – 3 GHz	10 – 100 cm	TV, GSM, WLAN, BT, MW peč
SHF	Super-High Frequency	3 – 30 GHz	1 -10 cm	Satelitska TV, radar
EHF	Extremely-High	30 – 300 GHz	1 – 10 mm	'beam' radio
IR	InfraRed	300 GHz – 400 THz	780 nm-1 mm	DSRC, medicinska oprema

V večini primerov, ena od pomembnih aspektov v ITS komuniciranju je dejstvo, da je pogosto vsaj eden od uporabnikov ITS Sistema v gibanju. Najboljši (običajno edini) način komuniciranja s premikajočim se uporabnikom je uporaba brezžičnih tehnologij. Ker je radijski spekter omejen vir v so-uporabi vseh standardov in uporabnikov, je brezžični del komunikacij znotraj ITS sistemov pogosto najkritičnejši v smislu pasovne širine, varnosti in stroškov. V nadaljevanju je podan pregled tehnologij za različne namene:

- komunikacije kratkega dosega SRC (*Short Range Communication*);
- komunikacije dolgega dosega LRC (*Long Range Communications*);
- radijsko oddajanje (*Broadcast*);
- določanje pozicije (*Positioning*).

5.3.2.1 Komunikacije kratkega dosega SRC

Za uporabo v ITS je na razpolago nekaj tehnologij komunikacij kratkega dosega SRC, ki se uporabljajo lahko za V2V komunikacijo (npr. *BlueTooth*) ali za prenos informacij z občestne opreme do vozil (I2V), ko vozijo mimo oddajnika (kot uporabljeno v javnem transportu ali cestninskih sistemih):

- mikrovalovne usmerjene povezave;
- infrardeče (IR) povezave;
- brezžični W-LAN (*Wireless LAN*);
- *BlueTooth (BT)*;
- namenska komunikacija kratkega dosega DSRC (*Dedicated SRC*);
- digitalne izboljšane brezžične telekomunikacije DECT (*Digital Enhanced Cordless Telecommunication*).

Infrardeče (IR) povezave: Brezžični sistemi delujejo na valovnih dolžinah nevidne IR svetlobe okrog 1 μm . Signali v IR področju so večinoma signali z majhno močjo, ki ne zmorejo preboja skozi stene objektov in drugih prostorskih ovir. Njihovo področje uporabe je omejeno znotraj prostorov in se pogosto uporabljajo za povezovanje in prenos podatkov med napravami kot so npr. osebni digitalni pomočnik PDA (*Personal Digital Assistant*) in med osebnimi računalniki. Posebna komunikacijska vrata IrDA (*Infrared Direct Access*) temeljijo na IR področju frekvenc za izmenjavo informacij med napravami. IR omogoča zgolj individualne povezave med točkami (*one-to-one*). Uporablja se za daljinske upravljalnike, brezžične miške in tipkovnice, mobilne telefone, ipd. Sicer so povezave možne zgolj na kratke razdalje. Težava tovrstnih sistemov je velika odbojnost svetlobe in zato niso tako razširjeni kot brezžični radijski sistemi.

Brezžični W-LAN: V brezžičnih omrežjih WLAN so nekateri elementi povezani brezžično. Za tovrstna omrežja je značilno, da uporabljajo radijske signale zelo visokih frekvenc (npr. 2,4 GHz) ali pa IR svetlobo, tj., zadnji link med uporabnikom in omrežjem neke stavbe ali podjetja je brezžičen. Tako vsaka delovna postaja in strežnik priključen na tovrstno omrežje mora imeti napravo (*transceiver*), ki poskrbi za sprejem in oddajo radijskih signalov. Za večje razdalje je značilno predvsem dejstvo, da se bo izkoriščalo omrežje mobilne telefonije 3. in 4. generacije ter njim pripadajoče satelite. Brezžična omrežja so pomembna predvsem za omreženje prenosnih računalniških sistemov (prenosni računalniki, dlančniki, WAP ipd.). Brezžična

omrežja so tehnološko in ekonomsko upravičena tudi v določenih tipih zgradb, kjer ni možno postavljati klasičnih kablov. Pogosta slabost brezžičnih omrežij je visoka cena in občutljivost na radijske motnje.

BlueTooth: To je primer brezžičnega radijskega sistema. Trenutno uporabljeni standard omogoča komunikacijo na razdalji do 10 m. Z uporabo izhodnega ojačevalnika pa bo možna komunikacija na razdalji do 100 m. Frekvenčno območje BT omrežja sega od 2,402 do 2,480 GHz. Prenosna hitrost je v območju 1 Mbit/s do 2 Mbit/s.

Namenska komunikacija kratkega dosega DSRC: Uporablja npr. pri cestninjenju.

5.3.2.2 Komunikacije dolgega dosega LRC (*Long Range Communications*)

- **Globalni sistem za mobilno komunikacijo GSM** (*Global System for Mobile Communication*); Gre za prvo (1G) generacijo mobilnih omrežij, GSM omrežje je danes najbolj razširjeno omrežje po vsem svetu. Evolucija mobilnih tehnologij nato prinese tri vzporedne nadgradnje GSM omrežja: HSCSD (*High Speed Circuit Switch Data – 2G*) in GPRS (*General Packet Radio Service – 2G*) ter EDGE (*Enhanced Data Rates for Global Evolution - 2,5G*).
- **UMTS** (*Universal Mobile Telecommunications System – 3G*);
- **Prizemni snopovni radio TETRA** (*TErestrial Truncated RAdio*)/TETRAPOL;
- **Satelitska komunikacija** (*Satellite Communication*)

5.3.2.3 Radijsko oddajanje (*Broadcast*)

- **Radio:** AM (*Amplitude Modulation*), FM (*Frequency Modulation*), DAB (*Digital Audio Broadcasting*), DBM+ (2G DBM, večina držav EU), DRM (*Digital Radio Mondial*). Slednji je digitalni sistem za radijsko oddajanje v AM pasovih pod 30 MHz (*SW, MW, LW*). *Opomba: Od septembra 2016, nacionalni radijski ponudnik RTV Slovenija oddaja 4 DAB+ storitve (Prvi program, Val 202, Ars in Radio Slovenia International), ki pokriva 73% gospodinjstev in 89% avtocest.*
- **Televizija:** analogno in digitalno video oddajanje DVB (*Digital Video Broadcasting*).

5.3.2.4 Določanje pozicije (*Positioning*)

Za več ITS storitev je zelo pomembna točna lokacija uporabnika. Najboljša primera sta storitve v primeru reševanja ali okvar. Točno lokacijo danes oskrbujejo specializirani pozicionirni sistemi:

- **GPS** (*Global Positioning System*), **NAVSTAR-GPS** (*NAVigational Satellite Timing And Ranging*), **GLONASS** (*GLObal NAVigation Satellite System*), **diferencialni DGPS** (*Diferencialni GPS*);
- Evropski sistemi; EGNOS–GNSS-1, EGNOS–GNSS-2, GALILEO-GNSS-2
 - EGNOS – *European Geostationary Navigation Overlay Service*
 - GNSS – *Global Navigation Satellite System*

5.3.3 Žične tehnologije (*Wired Technologies*)

- Telefon;
- DSL (*Digital Subscriber Line*);
- X.25 (*Packed Switched Data*);
- Frame Relay;
- ATM (*Asynchronous Transfer Mode*);
- Internet (WWW);
- Ethernet.

5.3.3.1 Telefon;

- analogni sistem POTS (*Plain Old Telephony Service*);
- ISDN (*Integrated Services Digital Network*); mednarodno standardizirana ozkopasovna storitev na osnovi CCITT (*International Telegraph and Telephone Consultative Committee*) komunikacijskega protokola, ki jo uporabljajo vsi operaterji javnih telefonskih mrež in PTT.

5.3.3.2 DSL (*Digital Subscriber Line*);

- Družina xDSL: ADSL (*Asymmetric DSL*), CDSL (*Consumer DSL*), DSL Lite, HDSL (*High bit-rate DSL*), S-HDSL (*Single pair HDSL*), IDSL (*ISDN-DSL*), RADSL (*Rate-Adaptive*), SDSL (*Single-line DSL*), UDSL (*Unidirectional DSL*), VDSL (*Very high data rate DSL*);

Družina DSL kot prenosni medij uporablja bakrene parice ter kabelske modeme, ki uporabljajo dvosmerna kombinirana optična in koaksialna omrežja. Za družino xDSL je značilno izkoriščanje frekvenčnega področja telefonske linije nad govornim pasom analogne ali ISDN telefonije. Večinoma omogočajo simetričen prenos podatkov ali pa omogočajo prehod iz simetričnega v asimetrični in obratno. Asimetrična storitev zato, ker so zahteve za prenosne hitrosti k uporabniku večje kot od njega.

IDSL je hibridna kombinacija ISDN in ADSL.

S-HDSL dela na eni parici, HDSL z dvema. Dovoljuje operaterjem uporabo hitrega, simetričnega bitnega prenosa (tipično 768 Kbps).

5.3.3.3 X.25 (*Packed Switched Data*);

5.3.3.4 Frame Relay;

5.3.3.5 ATM (*Asynchronous Transfer Mode*);

Trenutno se na veliko uporablja v hrbteničnih omrežjih medtem ko druge tehnologije (npr. *switched Ethernet, gigabit Ethernet*) služijo kot alternativna opcija na nivoju LAN.

5.3.3.6 Internet (WWW);

Internet se lahko opredeli kot omrežje omrežij oziroma omrežje, ki povezuje druga računalniška omrežja. V internet je povezanih na milijone računalnikov širom sveta. Njihovo

število se stalno in hitro povečuje. Vzrok za tako rast je najbrž v tem, da nima lastnika in ga zato težje nadzorujejo. Internet sestavljajo različna omrežja v katerih so različni računalniki različnih proizvajalcev z različnimi operacijskimi sistemi in uporabniškimi programi. Do podatkov na Internetu se lahko pride tako, da se uporabi računalnik, ki je vključen v Internet omrežje, ali pa se, na primer preko osebnega računalnika in modema, posredno poveže s takim računalnikom. Pri tem je hitrost izmenjave podatkov običajno omejena s kakovostjo telefonske oz. druge linije in hitrostjo modema. Internet omrežje se začne šele pri računalniku, na katerega je priključen naš računalnik. Organizacija, ki ima tak računalnik in ponuja priklop na Internet tudi drugim, se imenuje ponudnik internetnih storitev (*Internet Service Provider*), npr. Siol, T-2, Arnes).

Protokoli so tehnične specifikacije, ki opisujejo kako se izmenja podatke čez mrežo. Internetnih protokolov je veliko. Nekateri od najbolj uporabljenih iz internetne garderobe so: internetni protokol IP (*Internet Protocol*), protokol za nadzor prenosa TCP (*Transmission Control Protocol*), SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*), HTTP (*HyperText Transport Protocol*) in FTP (*File Transfer Protocol*).

IP določa način pretoka podatkov prek strojne opreme in obliko informacij na poti med računalniki, ne določa pa tega, kaj naj računalnik z njimi počne. Določa delovanje naslovov (ve za IP številko pošiljatelja in prejemnika) oz. zagotavlja načine za prepoznavanje vsakega računalnika v internetu. Vsak paket obravnava neodvisno, kar pomeni, da mora vsak paket vsebovati vse informacije o naslovu in zato te naslove imenujemo IP naslove. Promet paketkov usmerjajo ti. usmerjevalniki (*router*).

TCP protokol se uporablja za označevanje vsebine podatkovnih paketov. Skrbi za to, da se podatki združijo v pakete in da se le-ti prenašajo po možnosti brez napak, razbija večje pakete za prenos na več manjših delov, ki jih na cilju ponovno sestavi v pravilni vrstni red in zagotavlja da se podatki med prenosom ne izgubijo ali spremenijo. Če pride do nepopolnega prenosa (npr. če se kak "paketek" izgubi) ga poišče ali odkrije napake in ponovno pošlje oz. poskrbi za ponovni prenos podatkovnih paketov, da jih naslovnik pravilno in v celoti prejme.

TCP/IP: Leta 1974 je ARPANET razvila serijo protokolov na podlagi TCP in IP, zato se govori o TCP/IP seriji protokolov. Uporablja se tudi ime protokolni sklad TCP/IP ali kar na kratko TCP/IP protokol, čeprav gre za skupek protokolov. TCP/IP je protokol za sporazumevanje v internetu. Vsak računalnik mora govoriti TCP/IP, če se hoče sporazumevati z drugim računalnikom v internetu. TCP/IP se lahko predstavi kot podvozje vozila, ki potuje po avtocesti. Pravila potovanja od začetne do končne postaje in prehodi skozi vmesne postaje so določeni v protokolu TCP/IP. Na podvozja so naloženi uporabniški podatki oz. aplikacijske/storitve Interneta. Ti so spakirani v različne zabojnike, eden zagotovi medsebojno komunikacijo (elektronsko pošto), drug prenos datotek (FTP), tretji kaj drugega. Vsi pa imajo enotno standardno podvozje in pravila potovanja - TCP/IP. Za celoten sklop (zabojniki in podvozja) se uporablja ime serija protokolov TCP/IP (*TCP/IP protocol suit*).

HTTP je glavna metoda za prenos informacij na spletu, prvotno namenjen objavljanju in prejemanju HTML strani. HTTP je komunikacijski protokol med odjemalci in strežniki. Odjemalec HTTP, na primer spletni brskalnik, navadno začne zahtevo tako, da vzpostavi TCP povezavo z izbranimi vrati na oddaljenem gostitelju (privzeta številka vrat je 80). HTTP strežnik, ki na teh vratih pričakuje, da bo odjemalec poslal svoj zahtevek, na primer 'GET / HTTP/1.1' (ta zahtevek prosi za privzeto spletno stran na zadevnem strežniku), čemur sledi MIME (*Multipurpose Internet Mail Extensions*) sporočilo, podobno kot pri elektronski pošti, ki vsebuje več obveznih in neobveznih podatkov za informiranje strežnika (podatek o gostitelju »Host« je na primer obvezen), čemur lahko sledi neobvezno polje poljubnih podatkov. Ko strežnik prejme tak zahtevek in morebitno sporočilo, na to odgovori na primer z »200 OK« in lastnim sporočilom, katerega vsebina je na primer zahtevana datoteka, sporočilo o napaki ali pa kaka druga informacija.

Trenutna različica HTTP/1.1, v pogosti uporabi danes, omogoča trajne (*keep-alive*) povezave z več kot enim zahtevkom z odgovorom na povezavo, s čemer se poveča odzivnost in učinkovitost.

Nekatere od popularnih storitev na internetu, ki uporabljajo te protokole so, *e-mail*, *Usenet newsgroups*, *file sharing*, *World Wide Web* in drugi. Od teh sta *e-mail* in *World Wide Web* daleč najbolj uporabljena. **Dodati!**

5.3.3.7 Ethernet;

5.3.4 Optična omrežja

V nadaljevanju sta opisani dve glavni tehniki za bolj učinkovito hrbtenično (backbone) povezavo z uporabo optičnih vlaken, ki je lahko dražji način za polaganje, toda nedvomno najhitrejši na razpolago:

1. SONET (*Synchronous Optical NETwork*);
2. Barvno multipleksiranje WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) in DWDM (*Dense-WDM*)

5.3.4.1 SONET

V uporabi sta dva načina povezave:

- Sinhrona digitalna hierarhija SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*)/SONET ponuja sodobno prenosno tehnologijo z multipleksiranjem fizičnega nivoja s podporo optičnih kablov. Ponuja fleksibilno vstavljanje/izločevanje virtualnih hranilnikov VC (*Virtual Container*) na osnovi blokov oz. okvir-jev SDH digitalne hierarhične strukture, kar omogoča prenos z visokimi hitrostmi. Osnovni signal SDH hierarhije (STM-1) se po principu časovnega multipleksiranja multipleksira v signale višjih bitnih hitrosti (STM-4, STM-16, STM-64). Normalizirane hitrosti za SDH so 155,52 Kb/s za STM-1 in 2488,32 Kb/s za STM-16. Zagotavlja tudi dodatno nižjo hitrost, OC-1 pri 52,840 Kb/s.

Uporabniška informacija se kopira asinhrono v uporabniške polje SDH okvirja. Niz kazalcev (opisanih v glavi okvirja) omogoča določanje lokacije znotraj okvirja in s tem neposredno izločanje, npr., STM-1 krog iz hierarhično višjega multipleksa kot npr. SDH-16. SDH/SONET je trenutno najbolj razširjena hrbtnična tehnologija za prenos različnih formatov kot sta ATM in POS.

- POS (Packet over SONET):

5.3.4.2 Valovno dolžinsko multipleksiranje WDM

Poleg že omenjenega frekvenčnega multipleksiranja, se prenosna kapaciteta posameznega optičnega vlakna lahko še dodatno poveča z uporabo tehnike barvnega multipleksiranja WDM. Tehnologija temelji na konceptu frekvenčnega moduliranja. Pri tej tehnologiji je pasovna širina kanalov razdeljena med več kanalov, pri čemer zaseda vsak kanal del večjega frekvenčnega spektra. V WDM optičnih omrežjih se vsak kanal imenuje valovna dolžina.

Tehnologija omogoča ti. 'multiple' laserjem, ki nosijo neodvisne signale, prenos skozi isto vlakno z ustreznim razmakom valovnih dolžin (frekvenc) med laserskimi nosilci. Te omogočajo multipleksiranje več različnih valovnih dolžin skozi eno optično vlakno, od katerih vsaka predstavlja ločen prenosni kanal. S tem se poveča razpoložljiva prenosna kapaciteta vlakna večkratno, lahko tudi do 100x. To pomeni, da izgradnja optične prenosne infrastrukture omogoča naknadne razširitve in dodajanja mnogih novih prenosnih vsebin (ali množice video kanalov), brez potrebe po spremembah osnovnih prenosnih poti.

Glede na razmake med valovnimi dolžinami se WDM multipleksiranje razlikuje na grobo CWDM (*Coarse WDM*) in zgoščeno DWDM (*Dense WDM*).

5.3.5 DATEX II

Za nudenje boljših storitev voznikom in potnikom ter tudi ponudnikom storitev preko pan-evropskih PIC centrov je potrebna učinkovita izmenjava podatkov. V ta namen je v l. 1993 prišlo do iniciative DATEX (*Data Exchange*) s ciljem izdelave specifikacij za vse-evropsko izmenjavo prometnih in potovalnih informacij v realnem času. Do tedaj so se razvijali trije različni in nekompatibilni sistemi za izmenjavo podatkov (INTERCHANGE, EUROTRIANGLE, STRADA). Razlike med njimi niso bile samo tehnične narave ampak tudi njihova filozofija in cilji. Ti so se razvijali in implementirali v različnih državah in edina možna rešitev je bilo delo v smeri njihove harmonizacije.

Glavna naloga DATEX-a je torej zagotavljanje povezav med cestnimi operaterji in ponudniki storitev za lažji in učinkovitejši 'čez-mejni' (dežele, države, organizacije, PIC centri) pretok prometnih in potovalnih informacij. Zbiranje in objavljanje prometnih informacij ter upravljanje in nadzor prometa za te namene je težavno, če se izvaja izolirano po območjih. Izmenjava podatkov je ključna za delovanje čez-regionalnih storitev. Za izvedbo

harmoniziranega (medoperabilnega) sistema je bil potreben razvoj niza osnovnih orodij, in sicer:

- skupni podatkovni slovar (*Data Dictionary*);
- skupni format za sporočila;
- skupni način sklicevanja na geografske lokacije (*Geographical Location Referencing*).

Za jezikovno-neodvisno izmenjavo podatkov čez Evropo je bil sprejet skupni slovar podatkov. V kombinaciji z referenčno kodno tabelo ta omogoča jezikovno-neodvisno izmenjavo med vsemi relevantnimi uporabniki in ponudniki podatkov v Evropi: to je minimalna zahteva za doseg kompatibilnosti za prometna sporočanja. Podatkovni slovar DATEX je centralno skladišče za registracijo definicij glede prometnih in potovalnih (t/t) podatkov. Vsak element (posamezni ali skupinski podatek) v slovarju ima specifično kodo skupaj z ustreznim polnim imenom in definicijo. Na ta način je pomen vsakega vpisa t/t podatka definiran in fiksiran, s čemer je odpravljena možnost nesporazuma.

Za izmenjavo podatkov v realnem času je potreben tudi skupin format sporočil. Sprejeta je bila že standardizirana sintaksa EDIFACT (*Electronic Data Interchange For Administration Commerce and Transport*), kateri je bilo dodanih še nekaj novih aplikativnih in upravljaljskih sporočil potrebnih za pokrivanje transportnih funkcionalnosti.

Pri izmenjavi prometnih in potovalnih informacij je ključnega pomena tudi ujemanje informacije z ustrežno lokacijo na razumljiv način vsem klientom. Kot skupni način sklicevanja na geografsko lokacijo je bil ALERT-C protokol prvotno razvit za RDS-TMC (evropski namenski prometni kanal).

V juliju 1996 so bile objavljene prve (ver. 1.0) DATEX specifikacije za medoperabilnost (*DATEX-Net Specifications for Interoperability*), ki jim je decembra istega leta sledila izboljšana verzija (1.1) in v l. 2003 DATEX I (prva generacija). Zaradi hitrega razvoja tehnologije na področju izmenjave podatkov in vmesnikov podjetje-do-podjetja na osnovi internetnih standardov je bila razvita nova, druga generacija DATEX II (odobritev v l. 2011). V teh, novejših specifikacijah se je od prejšnjih pridržalo tisto, kar je bilo dobro, in izboljšalo tisto, kar je bilo slabo ali zastarelo. V DATEX II so vključeni trije zelo uporabljeni informacijski in komunikacijski IT standardi, ki omogočajo lahko integracijo DATEX vmesnika v obstoječo infrastrukturo internetnih storitev:

- Standardni jezik za modeliranje podatkov UML (*Unified Modelling Language*);
- Jezik za kodiranje podatkov XML (*Extensible Markup Language*): računalniško označevanje – zgradba in pomen podatkov;
- Protokol za izmenjavo podatkov HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) na spletu: komunikacijski protokol med odjemalci in strežniki.

DATEX II je več-delni prCEN/TS 16157 standard pod splošnim imenom '*Intelligent transport systems – DATEX II data exchange specifications for traffic management and information*' (www.itsstandards.eu).

Izmenjevalni podatki so sestavljeni iz različnih osnovnih elementov (*basic elements*) na razpolago znotraj publikacij (tabela 5-11).

Tabela 5-11: Osnovni elementi DATEX II

	Osnovni elementi	Vsebine
1	Dogodki vezani na cestne in promet (ti. prometni elementi)	<ul style="list-style-type: none"> – Nenormalni promet (daljši zastoji, stop & go, ...); – Prometne nesreče; – Ovire; – Aktivnosti z vplivom na promet (javni dogodki, policijske operacije, ...); – Dogodki (okvare) na opremi in sistemih (VMS ne dela, ventilacija ne dela, klic v sili ne dela, ...); – Pogoji vožnje (vreme, stanje površine ceste, ...);
2	Akcije operaterjev	<ul style="list-style-type: none"> – Upravljanje cest (zaprtje, obvozi, trenutne omejitve, ...); – Cestna dela (preplastitev, soljenje, košnja); – Cestna asistenca (popravilo vozila, dostava hrane, ...); – Nastavitev vsebin VMS;
3	Trčenja	– Vsebuje informacijo o razpoložljivosti stez in o zamudah;
4	Informacije o dogodkih ne-vezanih na ceste	– Informacije o storitvah za tranzitni promet, parkiriščih za vozila, ...
5	Izvedeni podatki	<ul style="list-style-type: none"> – Potovalni časi; – Status prometa (5 atributov); – Stanje prometa (pretok, hitrost, ...); – Stanje vremena (padavine, veter, temperatura, vidljivost, onesnaženje, ...);
6	Merjeni podatki	<ul style="list-style-type: none"> – Stanje prometa; – Stanje vremena; – Potovalni časi; – Status prometa;
7	Sporočila prikazana na VMS	– Trenutne (tekoče) VMS vsebine, ipd.

Zgoraj navedeni osnovni elementi se lahko izmenjujejo individualno ali skupinsko. Za te izmenjave se uporablja termin objava (*publication*). Obstaja 6 glavnih objav (tabela 5-12).

Tabela 5-12: Vrste glavnih objav (*Publications*)

	Objava	Publication
1	Situacija	<i>Situation</i>
2	Izvedeni podatki	<i>Elaborated data</i>
3	Merjeni podatki	<i>Measured Data</i>
4	Pogled na promet	<i>Traffic view</i>
5	Prometni znaki sprejemljive vsebine (VMS)	<i>Variable Message Sign (VMS)</i>
6	Parkiranje	<i>Parking</i>

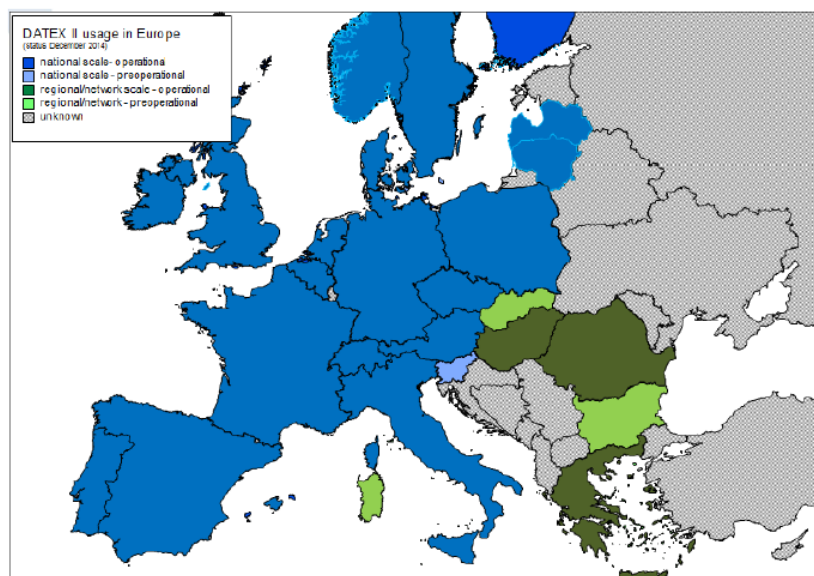
The DATEX II objava 'Parkiranje' predstavlja razširitev, ki zajema tri objave (*Parking table*, *Parking status*, *Parking vehicle*), ki omogočajo specifikacijo statičnih in dinamičnih informacij o parkirnih mestih kakor tudi informacijo o posameznih parkiranih vozil (Freudenstein, 2014). Primer objave '*Traffic view*' je prikazan na sliki 5-20 (Opomba: Za branje je treba sliko povečati!). Objava 'Pogled na promet' je trenutni posnetek o dogajanju na nekem potovalnem planu v eni smeri v določenem trenutku.



Slika 5-20: Primer objave 'Traffic view' (Opomba: Za branje je treba sliko povečati!).

V nekem sistemu za izmenjavo sta dve vlogi, ponudnik (*supplier*) in odjemalec (*client*). Ponudnik objavlja informacijo, medtem ko se odjemalec naroča in prejema prometno informacijo. Ponudnikov sistem izmenjave se sestoji iz dveh pod-sistemov: pod-sistem objavljanja, ki daje podatke na razpolago proti plačilu in pod-sistem dostave, ki doda specifične informacije za izmenjavo in izvede fizično dostavo (tudi s '*push and pull*' metodo). Odjemalčev sistem se sestoji iz enega pod-sistema, to je pod-sistem sprejema, ki je odgovoren za prejemanje.

Vizija za prihodnost: Vsi akterji v Evropi bodo imeli DATEX II vozlišča, ki bodo pokrivali celotno TEN-T omrežje. Razširjenost uporabe DATEX II v Evropi (status dec. 2014) je prikazana na slika 5-21. DATEX II v Sloveniji: (dodati!)



Slika 5-21: Razširjenost uporabe DATEX II v Evropi (status dec. 2014)

5.3.6 Namenska 'Ad-hoc' omrežja

V2V komunikacija je atraktivna tehnologija, ki lahko prispeva k zmanjšanju prometni nesreč PN, torej povečano varnost z zagotavljanjem sistemov za izogib trkom in različnih sistemov za opozarjanje. Ključna tehnologija za temi storitvami je 'decentralizirana' V2V komunikacija znana pod imenom VANET (*Vehicle Ad-hoc NETwork*). Opomba: VANET je poseben primer mobilnega namenskega (*ad-hoc*) omrežja MANET (*Mobile Ad-hoc NETwork*), kjer vozila izkazujejo razločen vzorec gibanja. Njihovo gibanje je omejeno na ceste na katerih velja nekaj specifičnih predpisov, dva najbolj očitna sta hitrost in smer. Obstajajo tudi zelo različne gostote vozil od cest skoraj brez vozil ponoči do zatrpanih cest podnevi v konicah. Vozila lahko spreminjajo vozne pasove, obračajo na križiščih, se vključujejo ali izključujejo iz prometa, ipd. Vzorec gibanja je odvisen tudi od kategorije vozila. *Mogoče dodati clustering!*

Zato, da tak sistem deluje, je potrebno opozorilna sporočila in sporočila o izrednem stanju posredovati na najhitrejši možen način vozilom v bližini. Samo z dovolj zgodnjim obvestilom, da se je zgodila PN nesreča ali pojavilo znatno zaviranje na bližnjem odseku pred vozilom, se lahko prepreči nezgode. S preprečevanjem ali izogibanjem PN nesreč se pokažejo tudi drugi pozitivni učinki, predvsem odprava zastojev zaradi vseh vrst nezgod. Posredne pridobitve so še: zmanjšanje onesnaževanja (optimalnejša vožnja), skrajšanje potovalnih časov, ugodnejša potovanja, manjši stroški (na račun manjših poškodb), poraba goriva in časa na poti.

VIRI:

- Bossom R.A.B in dr. (2004), '*Details of ITS related Communications Technologies*', Communication Architecture, Annex 2 of D3.3 –Issue 2, EU ITS Framework Architecture;
- Bossom R.A.B in dr. (2002), '*Trace tables, Overview*', Functional Architecture, Annex 1 of D3.6 – ver. 1.1, EU ITS Framework Architecture, št. str. 187;
- Bossom R.A.B in dr. (2000), '*Descriptions of example Systems*', Physical Architecture, Annex 1 of D3.2 – Issue 1, EU ITS Framework Architecture;
- Bossom R.A.B in dr. (2000a), '*Function and Data Store Overviews and Templates*', Physical Architecture, Annex 2 of D3.2 – Issue 1, EU ITS Framework Architecture;
- Bossom R. in dr. (2004a), '*Functional architecture – Main document*', D3.1 –ver. 3, EU ITS Framework Architecture;

Bosson R.A.B in dr. (2000b), '*Physical Architecture*', D3.2 – Issue 1, EU ITS Framework Architecture, št. str. 88; **vstavi vir! Dodati št. Str.!**

Zgoraj navedeni viri dostopni na: www.frame-online.net

Viri za DATEX II:

DATEX II (2012), *User guide*, Datex II, ver. 2.1, DG for Mobility and Transport; Dostopno na:

<http://www.datex2.eu/content/datex-ii-v21-user-guide-0>

Freudenstein J. (2014): *Datex II, Parking publications*, extension v1.0a. Dostopno na:

<http://www.datex2.eu/content/parking-publications-extension-v10a>