

### 3. ITS ARHITEKTURA

#### 3.1 NACIONALNA OKVIRNA SISTEMSKA ZASNOVA ITS SISTEMOV

Ker so se v preteklosti ITS sistemi razvijali regijsko in neuskklajeno, so vlade držav 'prisilile' deležnike v transportnih sistemih, da se dogovorijo glede možnih uporabniških potreb in storitev ter izdelajo enotno nacionalno okvirno (referenčno, vzorčno) sistemsko zasnovo inteligentnih transportnih sistemov in storitev (*National Framework Architecture of Intelligent Transport Systems*). Ta arhitektura naj bi predstavlja strateški okvir kot skupna osnova za razvoj in uvajanje rešitev z ITS prijemi in za investicijska odločanja na nacionalnem nivoju. Obsega tehnološke, komercialne, institucionalne, organizacijske, pravne in socialne vidike bodočih sistemov v splošno *opisni in grafični obliki*, ki prikazujejo kako naj bi vsi posamezni pod-sistemi in komponente, združeni v sistemu, delovali.

Opomba: Termin 'arhitektura' pomeni 'zasnova'. Oba izraza se v tem delu enakovredno uporabljata.



Prednosti izdelave in osvojitve ITS systemske zasnove so spoznale vse države v katerih je že bila uvedena široka paleta ITS aplikacij. Prva nacionalna systemska zasnova je bila razvita v ZDA (1996). Kar nekaj držav je sprejelo podobne odločitve za kreiranje lastnih nacionalnih ITS systemskih zasnov. Pričakovano, ves nadaljnji razvoj ITS aplikacij v svetu se je usklajeval tej, ITS-A zasnovi. Najprej je bila v okviru organizacije ISO (*International Organization for Standardization*) leta 1997 pripravljena lastna, ITS-ISO sistematika. Temu je sledila Kanada s svojo *ITS-Canada* zasnovo. Ta je večinoma povzeta po ITS-A z dopolnili specifične za Kanado. Sledile so Japonska (1998), Avstralija in Evropa (2000).

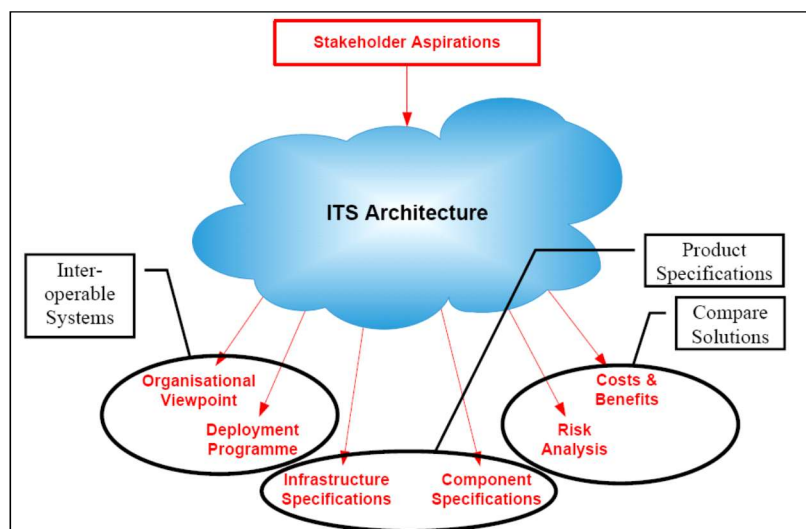
ITS-EU systemska zasnova je razvita na način, da predstavlja tudi referenco za nacionalne ITS systemske zasnove, ki so se porajale v EU, najprej ACTIF (*Aide à la Conception de systèmes de Transports Interopérables en France*) v Franciji in ARTIST (*ARchitettura Telematica Italiana per il Sistema dei Trasporti*) v Italiji, ki jima je sledila še večina ostalih EU držav, tudi SITSA (*Slovenska ITS-Arhitektura*) v Sloveniji l. 2005. Danes vse države sveta izmenjujejo izkušnje in iščejo možnosti kooperacije na globalnem nivoju. Zaenkrat so nacionalne ITS

arhitekture osredotočene na cestne ITS aplikacije. Po 10-tih letih od njihove nastanka se je za vsako pojavilo že več posodobljenih verzij, na primer za ITS-A že 5-ta različica v l. 2005 in 7-ma v l. 2012.

**Opomba:** Obe, ITS-A in ITS-ISO, arhitekture začnejo 'iz nule' (na novo) in, v razliko z ITS-EU, ne upoštevajo obstoječih sistemov in naprav.

Razvoj systemske zasnove je sledil dvema različnima pristopoma: objektno orientiran (uporabljen v ITS-A in ostalih arhitekturah) in procesno orientiran (uporabljen v ITS-EU). Pridobitve systemske zasnove so (slika 3.1):

1. **Identifikacija organizacijskih zadev** (*Organizational issues*): ki naj bi vplivale na postavitev ITS sistema, npr., določiti pravičen način za razdelitev prihodkov, določitev podatkov o lastništvu, privatnost podatkov in druge legalne zadeve.
2. **Planiranje programa razvoja** (*Deployment program*): kratko-, srednje- in dolgo-ročni plan, identifikacija ključnih mejnikov (npr., kdaj naj bi bile nove komponente na razpolago, kdaj naj bi bile obstoječe komponente izboljšane), identifikacija katerih koli standardov, ki bi se lahko uporabili ali bi jih bilo potrebno izdelati. Pri obeh je potrebno poskrbeti za povezljivost (interoperabilnost) sistemov.
3. **Infrastrukturalne specifikacije** (*Infrastructure specifications*): potrebne za implementacijo ITS sistema vključno s komunikacijskimi standardi, ki naj bi služili za povezavo med komponentami sistema in za I/O podatke.
4. **Priprava specifikacij za komponent** (*Component specifications*), ki naj bi bile vključene v izvedbo ITS sistema. (Točki 3 in 4 določata specifikacijo sistema).
5. **Analiza tveganja** (*Risk analysis*) z identifikacijo potencialnih problemov, npr. negotovosti glede virov in količine prihodkov, zanesljivosti tehnologij.
6. **Analiza stroškov in koristi** (*Cost/Benefits*) na način, da se identificirajo glavni viri stroškov in pričakovane koristi, npr., prihranki zaradi izboljšav transporta.



Slika 3.1: Pridobitve ITS arhitekture

Z upoštevanjem systemske zasnove pri uvajanju ITS sistemov se drugim omogoča:

- logično načrtovanje,
- uspešno integracijo v okolje,
- doseganje željenih učinkov,
- zadovoljevanje uporabniških zahtev in potreb,
- olajšano upravljanje in vzdrževanje ter dograjevanje sistemov in storitev skladno z normativi na tem področju.

## 3.2 PROCES RAZVOJA SISTEMSKÉ ZASNOVE

Za zagotovilo, da neka ITS arhitektura zadovoljuje potrebam potencialnih uporabnikov transportne telematike, je najprej treba identificirati vse možne uporabnike. Za potrebe ITS-EU so bile v okviru projekta CONVERGE, katerega cilj je bila izdelava smernic za razvoj in presojo ITS sistemskih arhitektur, identificirane štiri glavne kategorije uporabnikov ITS tehnologije na katere končna implementacija ITS sistemov vpliva, odnosno le-ti uporabniki vplivajo na implementacijo končnih sistemov [d01]. To so tisti uporabniki, ki:

1. **ITS hočejo:** ker sistem reši (ali zmanjša) prometne probleme, ali zagotavlja javnosti s potovalnimi informacijami in uslugami, ipd.
2. **ITS proizvajajo:** dobavitelji hardver in softver komponent za sisteme in systemske ustanove, ki te komponente kombinirajo v kompletne sisteme (systemske integratorji, proizvajalci vozil, operaterji telekomunikacij, podjetja, ki nudijo določene storitve, ipd.).
3. **ITS uporabljajo:** obstajata dve kategoriji uporabnikov, primarni in sekundarni. Primarni 'profitirajo' z 'izhodi' teh sistemov (vozniki, poslovni uporabniki, uporabniki v dela prostem času, potniki s posebnimi zahtevami, ipd.). Sekundarni nadzorujejo sistem in preskrbujejo glavne 'input-e', npr., prometno-nadzorni operaterji, reševalni servisi.
4. **ITS-u postavljajo pravila:** lokalne in nacionalne ustanove, ki so odgovorne za pripravo in postavljanje pravil 'igre', kako vpeljati in uporabiti sisteme. Lahko tudi mednarodne ustanove, izdelajo pravila ali standarde ali priporočila za mednarodno povezljivost ali interoperabilnost, npr., vladna ministrstva (za promet, za finance, ...), EU telesa, ipd.

Vsem vpletenim se kolektivno reče ITS deležniki, ki so:

- posamezni uporabniki (javnost): vozniki in potniki osebnih vozil, potniki javnega prometa;
- komercialni uporabniki: špediterji in prevozniki;
- organizacije, ki nudijo ITS sisteme in storitve oz. jih podpirajo;
- lokalne oblasti oz. skupnosti;
- ministrstva;
- uporabniki na nivojih eksploatacije (operaterji, ki upravljajo ITS sisteme in industrije (razvijalci in proizvajalci komponent ITS sistemov).

### 3.2.1 METODOLOGIJA ZA ZBIRANJE POTREB UPORABNIKOV

Prvi korak v procesu snovanja (koncipiranja) ITS systemske zasnove je evidentiranje vseh uporabniških želja in potreb. To je seznam želja, pridobljen na različne načine (npr. z anketami koristnikov transportnega sistema) in prizadevanj vseh deležnikov, ki sodelujejo v razvoju ITS sistemov. Le-ta se izpili v seznam uporabniških potreb (*User needs*), ki vsebuje navedbe višjih

ciljev in zahtev po storitvah vseh uporabnikov. Primer ene od takih navedb za '**Javni potniški transport**' je naslednji:

*'Nudnje varnejših, udobnih in uporabnih storitev javnega transporta s pomočjo točnih, zanesljivih in pravočasnih informacij na postajah, na mestih (vseh vrst) za prestopanje in znotraj vozil javnega transporta.'*

Seznam uporabniških potreb se nato združi v logične (sorodne) skupine (domene, pod-domene, pod-pod-domene) potreb uporabnikov po ITS sistemih. Vsakemu od teh pod-sistemov se doda preproste navedbe uporabniških potreb izraženih v obliki uporabniških funkcij oz. storitev (*User services*), ki ji mora pod-sistem izvajati. Nekaj zgledov navedb storitev za ITS sistem '**Javni potniški transport**' je:

- *Sistem mora informirati potnike o operativnem delovanju javnega transporta, npr., o potovalnih časih, zamudah, cen vozovnic.*
- *Sistem mora informirati o storitvah in uslugah javnega transporta za potnike, bodisi v vozilu javnega transporta ali pred potovanjem.*
- *Sistem mora nuditi sveže informacije o prihodih/odhodih v realnem času in obveščati potnike na postajah javnega transporta in/ali v vozilu javnega transporta.*
- *Sistem... ipd.*

Zahteve kreirajo uporabniki (koristniki) ali drugi deležniki. Osnovna vprašanja, ki jih je treba zastaviti (in seveda odgovoriti) pri identifikaciji uporabniških zahtev za konkreten ITS sistem, so:

- Čemu služi ta sistem?
- Katere cilje je potrebno z njim doseči?
- Kaj so vhodi, ki jih bo sistem procesiral, in kaj izhodi?
- Kaj sestavlja jedro sistema?
- Kakšne so omejitve in posebne zahteve?
- Kateri so kriteriji za oceno planiranega delovanja (kakovosti) sistema?
- Kakšne so stroškovne omejitve?
- Kakšni so možni kompromisi med stroški in kakovostjo (performancami)?

Zahteve predstavljajo izjave, ki usmerjajo ali omejujejo razvoj sistema. Uporabna sistemizacija zahtev za načrtovanje enostavnih, sestavljenih in kompleksnih sistemov razlikuje šest kategorij sistemskih zahtev:

1. vhodno–izhodne (I/O) zahteve;
2. tehnološke zahteve;
3. zahteve v pogledu kakovosti;
4. stroškovne zahteve (omejitve);
5. zahteve glede razdelitve (*trade-off*) med stroški in performancami;
6. zahteve za testiranja sistema.

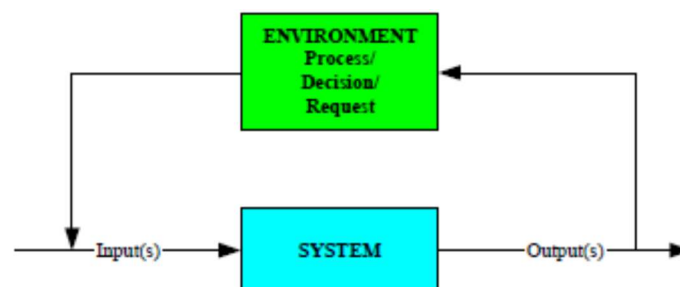
Ko so potrebe uporabnikov izražene s seznamom željenih funkcij, so lahko večkrat preveč detajlne in obstaja možnost, da so nekonsistentne, zlasti ko so pridobljene iz več virov. Alternativni pristop je izražanje potreb uporabnikov v obliki uporabniških storitev (*User services*), ki jih uporabnik želi pridobiti. Te storitve so oblika potreb na višjem nivoju, ki jih je potrebno razčleniti kasneje v življenjskem ciklusu. Poleg navajanja *kašne* storitve ali funkcije se potrebuje, je možno, da uporabniške potrebe navajajo tudi *kako* jih uporabnik želi prejemati. Lahko se razlikujejo tudi v stopnji abstrakcije, pri čemer nekatere lahko vplivajo na višjem nivoju (npr., konceptu Sistema) in druge z vplivom na nižjem nivoju (npr., detajlni načrt Sistema). V okviru projekta KAREN je bilo za potrebe ITS-EU definiranih 539 uporabniških storitev, ki so segmentirane 10 domen (skupin) in 32 pod-domen (pod-skupin). Tabela domen in pod-domen s kratkimi opisi je podana v poglavju 3.4.4 [d02].

### 3.2.2 SISTEMI IN MODELI SISTEMOV

Sisteme se lahko obravnava iz treh različnih zornih kotov (pogledov):

- *Konstruktivski*: V tem pogledu je sistem zgrajen iz nekaj pod-sistemov, ki so konstruirani iz različnih pod-pod-sistemov in/ali komponent (ne-deljivih enot);
- *Funkcionalni*: V tem pogledu je sistem sposoben opravljanja ene ali več specifičnih funkcij z namenom, da zadosti nek cilj ali množstvo ciljev;
- *Vedenjski*: V tem pogledu sistem opravlja svoje funkcije in vzajemno deluje s svojo okolico na način, da je rezultat kombiniranega učinka tisti za katerega so bile funkcije vgrajene (izkazuje obnašanje).

V tem Delu se poslužuje zadnjih dveh pogledov. Večina sistemov sprejema vhode iz svoje okolice in oskrbuje izhode svoji okolici. Običajno, nekaj ali nekdo v tej okolici bo s temi izhodi 'nekaj naredil' in nato opravil neke sekvenčne spremembe vhomom (slika 3.2)



Slika 3.2: Sistem in njegova oklica

Velikost povratne informacije (*feedback*), ki se pri tem pojavi, je odvisna od narave aplikacije. V nadaljevanju so navedene tri možne stopnje (nivoji):

- *Nizka*: Kot primer nizke stopnje lahko služi nek informacijski sistem osnovan na Internetu, ki oskrbi neko informacijo določenemu uporabniku. Le-ta za tem lahko povpraša za naslednjo informacijo.
- *Srednja*: Primer je lahko nek sistem za vodenje poti (*Route guidance*), ki oskrbuje voznika z instrukcijami (velika stopnja). Voznik nato naredi odločitve (nizka stopnja), da izvrši neko od prejetih instrukcij.

- *Velika*: Primer, sistem za kontrolo prometa oskrbuje voznika z ukazi, ki jih voznik mora nato izvrševati. Sistem kontinuirano kontrolira prometno dogajanje in voznika oskrbuje z nadaljnjimi ukazi.

V realnosti variacije *'feedback'*-a gredo od nič (noben vhod ni možen) do polne zvezne kontrole, npr. pri sistemu DbW (*Drive-by-Wire*) opisanem v Aneksu 1.

Za razumevanje nekega sistema je potrebno poznati oba, sistem in okolico v kateri naj bi sistem deloval. To se počne z uporabo miselnih modelov. Ti so način prikazovanja o tem kako človek razmišlja o stvareh. Ko si ustvarimo neko miselno sliko o tem, kako sistem izgleda ali o načinu, kako se sistem obnaša, le-ta predstavlja konceptualni model.

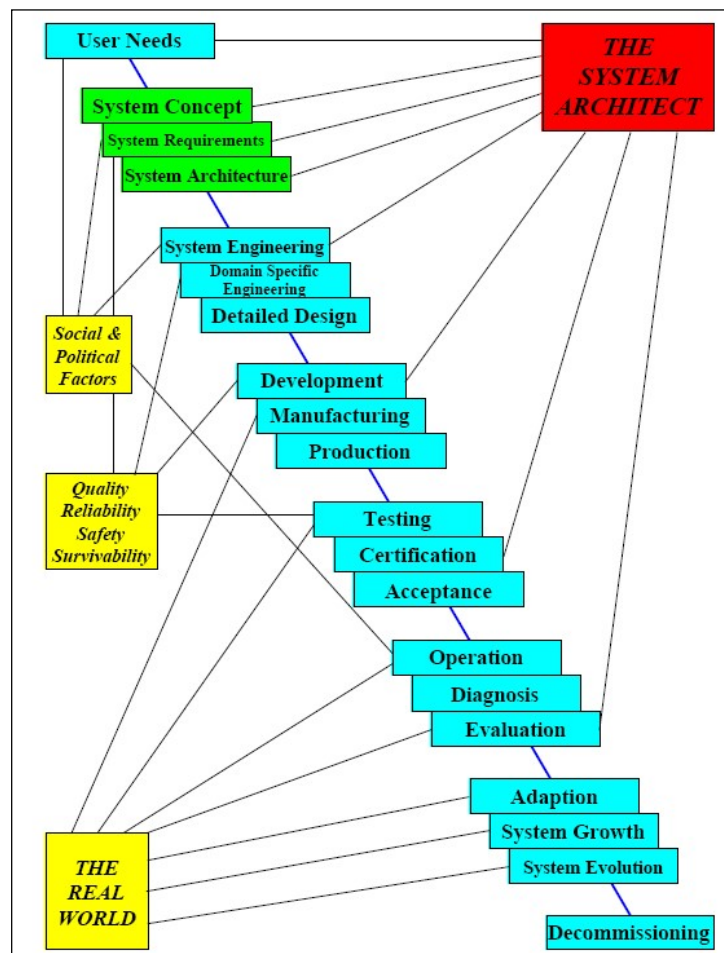
Za vse modela obstaja ena univerzalna karakteristika in sicer, da so vedno aproksimacije za situacije v realnem svetu, tj., 'eksakten model' sistema bi bil kompletna kopija sistema do zadnjega detajla. Ker je torej model aproksimacija, je pomembna odločitev, kateri deli realnega sveta (sistema) naj bi bili čim bližje realnosti in kateri deli se lahko zanemarijo. Z leti so bili razviti številni tipi modelov od katerih običajno vsak osvetli drugačno plat (zadevo) sistema. Konkretno, v področju ITS je bilo razvitih več modelov, ki predstavljajo nekaj možnih ITS sistemov in storitev iz različnih perspektiv, na primer:

- Referenčni (vzorčni) model: npr., stolpni modeli (*Tower model*) vključujejo konstrukcijske povezave med funkcijami in celostnim obnašanjem katerega koli sistema, ki je z njimi skladen. Primeri uporabe: *Traffic Control System, Inter-Urban Traffic, Urban Traffic, In-Vehicle Systems*
- Podjetniški modeli: prikazujejo povezave, ki obstajajo med organizacijami, osebami, storitvami in/ali funkcijami. Primeri: *Transport and Traffic Market, Freight and Fleet Management, Public Transport, Automatic Fee Collection in Institutional and legal Issues.*
- Procesni modeli: opisujejo način kako poteka nek proces. Primeri: *Traveler's Progress, Vehicle's Progress, Information Creation Chain, Information Provision Chain in Emergency Services.*

Vsak model je podan z opisom, nameni in kratkim seznamom glavnih ITS uporabniških potreb, ki jim zadovoljuje. Tak model se lahko uporabi za izdelavo systemske arhitekture ali vzorčnega Sistema, ki uporablja model. Uporabniki teh modelov so: tisti, ki odločajo, končni uporabniki, projektni inženirji, operaterji infrastrukture in ponudniki storitev. Seveda samo nekateri modeli od vseh na razpolago so relevantni posameznemu uporabniku.

Za prikaz procesov potrebnih za razvoj nekega sistema se običajno uporabljajo tudi različni modeli življenjskega ciklusa LCM (*Life Cycle Model*) sistema. LCM modeli lahko osvetlijo le določene značilnosti sistema. Eden od splošno uporabnih modelov je znan kot slapni (*waterfall*) model. Ta je sekvenčni načrtovalni proces, prvotno uporabljen v procesih softverskega razvoja, v katerem je napredovanje razvoja prikazano kot stalno navzdol tekoče (kot slap) skozi faze od koncepta, pridobivanja zahtev, načrtovanja, konstrukcije, testiranja, proizvodnje/postavitve in vzdrževanja. Model se osredotoča na razvojni proces in se ga lahko razširi za prikaz faz, ko se systemska zasnova razvija. Na sliki 3.3 je prikazan slapni model razvojnih faz v življenjskem

ciklusa ITS sistema v malo razširjeni obliki. Nakazani so tudi glavni zunanji vplivi na različne faze. Zeleno obarvani del se lahko razširi v obliko (slika 3.4), ki predstavlja razvoj sistemske zasnove znotraj življenjskega ciklusa sistema in osnovo tega poglavja.



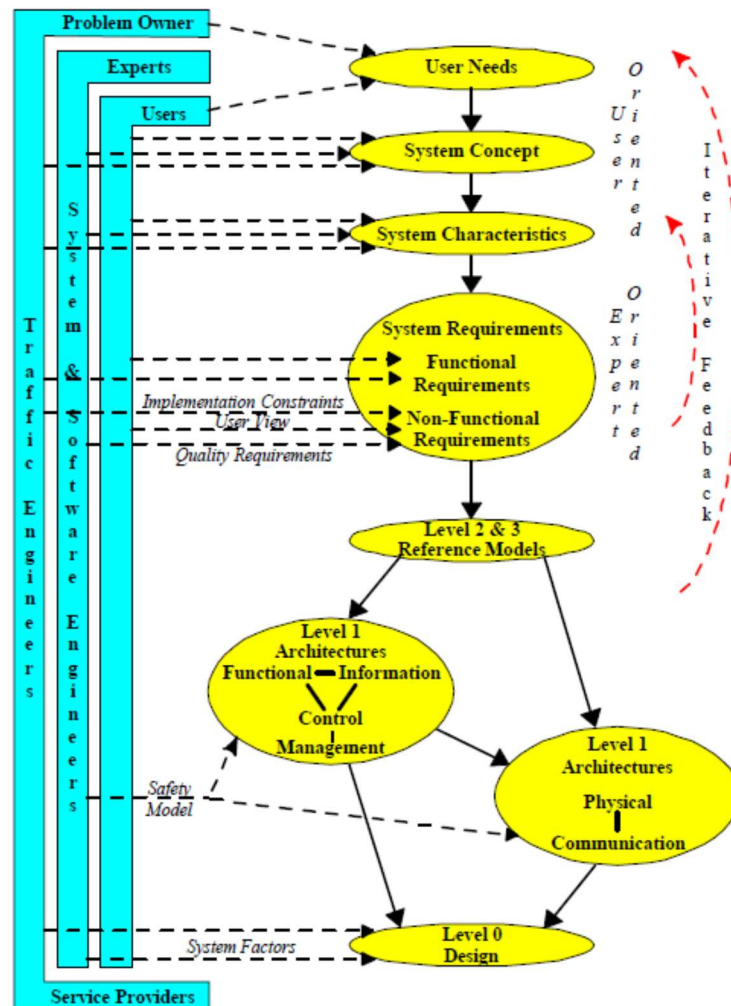
Slika 3.3: Slapni model življenjskega ciklusa ITS sistema

Običajne razvojne tehnike (in v njih vključeni LCM modeli) so osnovane na domnevi, da je možno pridobiti popoln in kompleten niz zahtev in konstruirati produkt, ki bo tem zahtevam zadovoljeval. To je determinističen pristop. Sistemska zasnova (arhitektura) pa je opis družine rešitev, za kar je potreben ne-determinističen pristop k razvoju sistemskih arhitektur, če se hoče ustvariti množstvo kompatibilnih ITS sistemov, od katerih vsak zadovoljuje svoje lastne lokalne pogoje.

Prve tri faze v razvoju sistemske arhitekture so osredotočene na potrebe in pričakovanja uporabnikov (slika 3.4):

- Potrebe uporabnikov (*User needs*) - neutešene želje;
- Koncept sistema (*System concept*) - predlagane rešitve;
- Karakteristike sistema (*System characteristics*) - glavne značilnosti predlaganih rešitev.

Splošen proces razvoja systemske zasnove je ilustriran z diagramom na sliki 3.5 [d6]. Najbolj pomemben del procesa je snovanje potreb uporabnikov (*User needs*), ker ta predstavlja osnovo na kateri je grajena. Gre za pridobitev vhodnih uporabniških podatkov (*User inputs*) od trenutnih in bodočih deležnikov o tem katere storitve naj *Sistem*, izveden iz arhitekture, nudi. Potrebe uporabnikov ne pokrivajo zgolj funkcionalne zahteve ampak tudi druge omejitve (*Other constraints*), ki jih *Sistem* mora izpolnjevati (npr., vzdrževanje, zanesljivost, varnost, ipd.) in povratne informacije (*Feedback*) pridobljenih iz študija modelov.



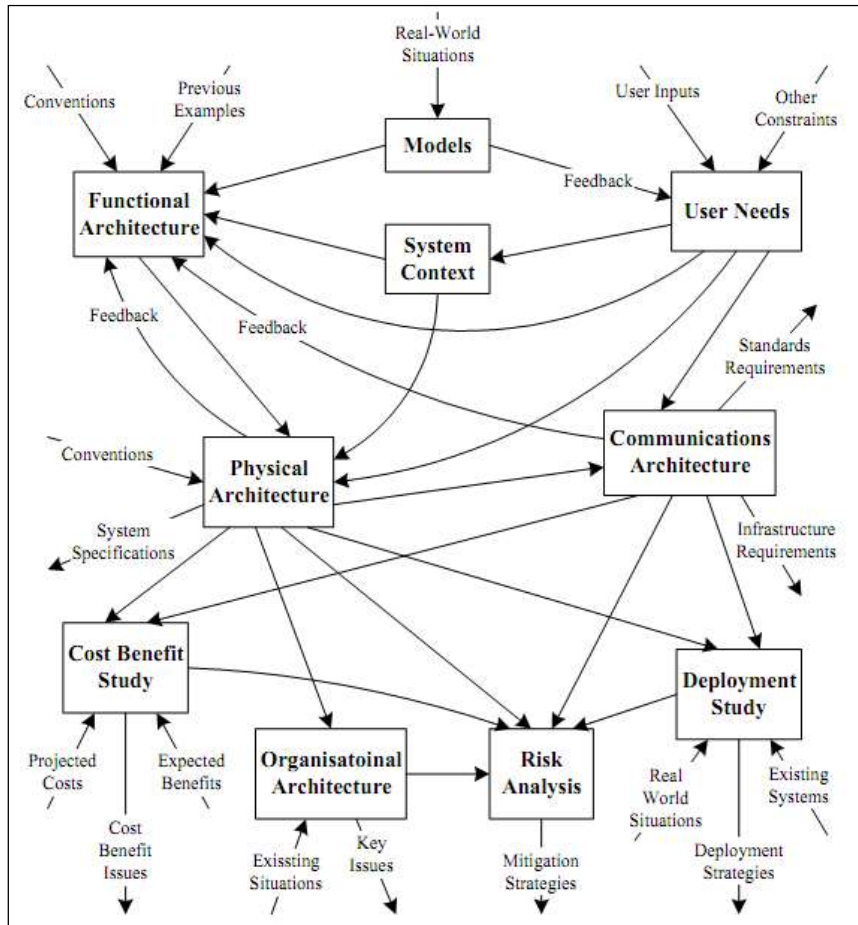
Slika 3.4: Razvoj systemske zasnove znotraj življenjskega cikla sistema

Za tem je potrebno razviti modele (*Models*). Ti predstavljajo situacije realnega sveta (*Real world situations*) in v nekaterih primerih scenarije kako naj bi se uporabila nameravana funkcionalnost *Sistema*, ki naj bi jo zagotovila arhitektura. Obstajajo trije tipi modelov: podjetniški, primarni procesni in nivojsko referenčni (navedeno v začetku poglavja).

Naslednja stopnja razvoja dejanske systemske zasnove (arhitekture) *Systema* je izdelava njegove smiselne povezanosti (*System Context*), ki definira relacije zunanjega sveta s *Sistemom*. V ITS sistemih katerih delovanje sloni na izmenjavah informacij se ta povezava



definira s specifikacijami za terminatorje (*Terminator*, Priloga 1). Ti opisujejo podatke, ki jih *Sistem* pričakuje od njih (od zunanjega sveta) in kaj naj terminatorji storijo s podatki, ki jih prejema od *Sistema*. Terminatorji se prikazujejo ločeno v kontekstnem diagramu (**Context diagram**) prikazanem na sliki 2 v Prilogi 1.



Slika 3.5: Diagram procesa razvoja systemske zasnove

Z definiranjem terminatorjev in kontekstnega diagrama ter uporabniškimi potrebami se nato razvije funkcionalna zasnova (**Functional architecture**) *Sistema*. Funkcionalna arhitektura definira funkcionalnosti, ki so potrebne za izpolnitev potreb uporabnikov in za povezave (vmesnike) z zunanjim svetom preko terminatorjev. Vključuje tudi definicijo podatkov (informacijsko arhitekturo, ki se jo lahko razvije tudi ločeno od funkcionalne), ki jih *Sistem* uporablja kot vhod, znotraj sebe ali kot izhod.

Naslednji korak v razvoju arhitekture je izdelava fizične arhitekture (**Physical architecture**). V postopku se vzame funkcionalnosti iz funkcionalne arhitekture in se jih grupira v enote, ki se jim reče *Pod-sistem*. Za vsako fizično lokacijo je en *Pod-sistem*, ki se ga *Sistem* poslužuje. Uporablja se do 6 različnih generičnih fizičnih lokacij:

1. centralna (*Central*),
2. obcestna (*Roadside*)
3. vozilo (*Vehicle*),

4. osebna naprava (*Personal device*),
5. tovorna naprava (*Freight device*) in
6. kiosk (*Kiosk*).

*Pod-sistemi* se lahko delijo v module (*Module*), ko je funkcionalnost, ki jo vsebujejo, kompleksna in/ali zato, ker služi nizu različnih uporabniških potreb. Za vsak *pod-sistem* in/ali *modul* se napišejo specifikacije osnovane na funkcionalnosti, ki jim je določena. Te specifikacije so začetna točka za izdelavo dejanskih sistemov in/ali komponent. Fizična arhitektura mora upoštevati tudi druge uporabniške potrebe, ki obsegajo kakšne nefunkcionalne fizične zahteve.

Komunikacijska arhitektura (***Communication architecture***), ki se razvije iz fizične arhitekture, definira komunikacijske potrebe *Sistema*. Ponovno, komunikacijska arhitektura lahko vključuje tudi neke druge zahteve iz seznama uporabniških potreb, ki se nanašajo na specifične komunikacijske zahteve. Pridobitev iz komunikacijske arhitekture je specifikacija komunikacij, ki jih *Sistem* zahteva plus definicije vmesnikov (interfaces) za katere so potrebni standardi.

Iz fizične arhitekture se izpelje organizacijska arhitektura (***Organizational architecture***). Ta zbere *Pod-sisteme* in jih dodeli organizacijam, ki bodo njihovi lastniki ali uporabniki. Namen kreiranja te arhitekture je v tem, da pomaga pri definiranju kakršnih koli spornih vprašanj, ki lahko nastanejo zaradi tega, da so lastniki *Sistema* ali uporabniki posameznih delov različne organizacije.

Iz fizične in komunikacijske arhitekture se izdelata študija postavitve (***Deployment study***) ter študija stroškov in koristi (***Cost Benefits study***). Študija postavitve pokaže kako se postavi iz arhitekture razviti *Sistem*. Ta mora specificirati časovne okvirje in kako umestiti katerikoli od obstoječih Sistemov. Študija stroškov in koristi podaja napoved možnih stroškov in koristi, ki naj bi nastali zaradi postavitve sistemov izvedenih iz arhitekture.

Analiza tveganja (***Risk analysis***) je izvedena s pomočjo fizične, komunikacijske in organizacijske arhitekture plus študije stroškov/koristi ter postavitve. Definira tveganja, ki izhajajo iz vseh teh arhitektur in študij. Običajno se vrednoti v obliki neke stopnje tveganja in/ali učinka. Tiste z največjo stopnjo morajo vključiti tudi strategijo kako omiliti učinke tveganja.

Črte označene s povratna informacija (***Feedback***) na sliki 3.5 nakazujejo, kje so, za nadaljevanje razvoja neke faze arhitekture, možne revizije dela na predhodnih fazah. Revizije so različnih oblik, običajno pa zahtevajo spremembe npr. dodajanje arhitekturnih komponent kot so *Funkcije*, *Podatkovna skladišča*, *Sistemi*, *Pod-sistemi*, *Moduli* in *Funkcijski* ter *Fizični tokovi podatkov*.

Rezultati (produkti) razvojnega procesa systemske zasnove, evidentiranih že iz gradnikov na sliki 3.5, so podani v Tabeli 3.1.

Tabela 3.1: Komponente systemske zasnove in njihovi produkti

Arhitekturna komponenta	Produkt	Output
Fizična arhitektura	Specifikacije Sistema	System specifications
Komunikacijska arhitektura	Definiranje infrastrukture	Infrastructure definition
	Zahteve standardov	Standards requirements
Analiza tveganja	Strategije za ublažitev učinkov	Mitigation strategies
Postavitev sistema	Strategija postavitve	Deployment strategy
Organizacijska arhitektura	Ključne zadeve	Key issues
Študija stroški/koristi	Zadeve stroškov in koristi	Cost benefits issues

### 3.2.3 PODROČJA KORISTI IN MERLJIVE VELIČINE ITS SISTEMOV

Del koristi se lahko individualizira in izrazi v obliki denarnih sredstev, med tem ko je druge koristi potrebno gledati kot javno dobro. Primeri so prikazani v tabelah 3.2, 3.3 in 3.4.

Tabela 3.2: Primeri področij koristi in merljivih veličin

Področje koristi	Merljive veličine
prevoz z osebnim avtomobilom	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ čas potovanja (v minutah ali procentih)</li> <li>➤ hitrost prometnega toka (km/h)</li> <li>➤ število nezgod (število ali teža nezgode)</li> <li>➤ nivo uslug (LoS) na cestah (A – F)</li> <li>➤ pretok potnikov (št. potnikov/h)</li> <li>➤ dolžina čakalne kolone (št. vozil)</li> <li>➤ prometni stres (subjektivna mera)</li> </ul>
javni prevoz	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ število voženj mesečno ali letno</li> <li>➤ izkoristek kapacitete vozil</li> <li>➤ prihodi</li> <li>➤ povečanje eksploatacijske hitrosti vožnje</li> <li>➤boljšanje modalne porazdelitve</li> </ul>
ekonomski razvoj	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ porast trgovine (€/leto)</li> <li>➤ število novih poslov (posli/leto)</li> <li>➤ povečanje zaposlenosti (%/leto)</li> </ul>
ekologija	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zmanjšanje hrupa</li> <li>➤ emisije polutantov (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, trdi delci...)</li> </ul>
turizem	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ povečanje števila turistov</li> <li>➤ povečanje prihodkovna turista</li> <li>➤ merjenje zadovoljstva turistov</li> <li>➤ povečanje zasedenosti hotelov in objektov vzdolž prometnic</li> </ul>

Tabela 3.4: Zmanjšanje potovalnih časov za izbrane primer ITS prijemov

ITS sistem	Izboljšanje (%)
Preusmerjanje s pomočjo VMS	do 20
RDS/TMC	3 – 9 (EU)
Vodenje urbanega prometa (UTC)	10 (povprečje)
Upravljanje z voznim parkom (FM)	5
Elektronsko plačevanje cestnine (ETC)	30 - 70
Intermodalno sledenje	30
Prioritetna vožnja avtobusa ali tramvaja	7 - 19

Tabela 3.5: Učinki na produktivnost in stroške operaterja

ITS področje	Izboljšanje (%)
Upravljanje z voznim parkom	5 - 20
Elektronsko plačevanje cestnine	34 - 91
Računalniško podprt 'dispatching'	35

### 3.2.4 UPORABNIŠKE POTREBE V ITS-A ARHITEKTURI

Uporabniške storitve (*User Services*) in zahteve uporabnikov za storitve (*User Services Requirements*) kot že povedano so pomembno orodje, neka lista želja o tem kaj (kakšne funkcije) mora določen sistem zagotavljati (nuditi) naročniku in uporabniku. Slednji je lahko javnost ali operater sistema. Prva sistematika takih storitev in zahtev je bila izdelana v okviru USA *National ITS Architecture* leta 1996 v sodelovanju z US DOT in znatnim prispevkom s strani uporabnikov in operaterjev. Seznam storitev in zahtev, razdeljen na 8 domen (skupin, področij) in 30 pod-domen (pod-skupin, pod-področij), je podan v tabeli 3.6.

### 3.2.5 UPORABNIŠKE POTREBE V ITS-ISO ARHITEKTURI

Dežele z izkušnjami ITS programov so dosegle konsenz v obsegu možnih ITS aplikacij (uporabniških potreb in storitev). Uporabniki ITS storitev (operaterji cestnih mrež, podjetja, ki zagotavljajo transportne storitve, potniki, vozniki in zasebni prevozniki) so v okviru organizacije ISO leta 1997 pripravili lastno, ITS-ISO sistematiko (8 domen in 32 pod-domen) osnovnih transportno informacijskih in nadzornih sistemov TICS (*Transport Information and Control Systems*).

Tabela 3.6: ITS-A domene in pod-domene

<b>1</b>	<b>Travel And Traffic Management</b>
1.1	Pre-trip Travel Information
1.2	On-route Driver Information
1.3	Route Guidance
1.4	Ride Matching And Reservation
1.5	Traveler Services Information
1.6	Traffic Control
1.7	Incident Management
1.8	Travel Demand Management
1.9	Emissions Testing And Mitigation
1.10	Highway Rail Intersection
<b>2</b>	<b>Public Transportation Management</b>
2.1	Public Transportation Management
2.2	On-route Transit Information
2.3	Personalized Public Transit
2.4	Public Travel Security
<b>3</b>	<b>Electronic Payment</b>
3.1	Electronic Payment Services
<b>4</b>	<b>Commercial Vehicle Operations</b>
4.1	Commercial Vehicle Electronic Clearance
4.2	Automated Roadside Safety Inspection
4.3	On-board Safety And Security Monitoring
4.4	Commercial Vehicle Administrative Processes
4.5	Hazardous Material Security And Incident Response
4.6	Freight Mobility
<b>5</b>	<b>Emergency Management</b>
5.1	Emergency Notification And Personal Security
5.2	Emergency Vehicle Management
5.3	Disaster Response And Evacuation
<b>6</b>	<b>Advanced Vehicle Safety Systems</b>
6.1	Longitudinal Collision Avoidance
6.2	Lateral Collision Avoidance
6.3	Intersection Collision Avoidance
6.4	Vision Enhancement For Crash Avoidance
6.5	Safety Readiness
6.6	Pre-crash Restraint Deployment
6.7	Automated Vehicle Operation
<b>7</b>	<b>Information Management</b>
7.1	Archived Data Function
<b>8</b>	<b>Maintenance And Construction Management</b>
8.1	Maintenance And Construction Operations

## 3.4 ITS-EU ARHITEKTURA

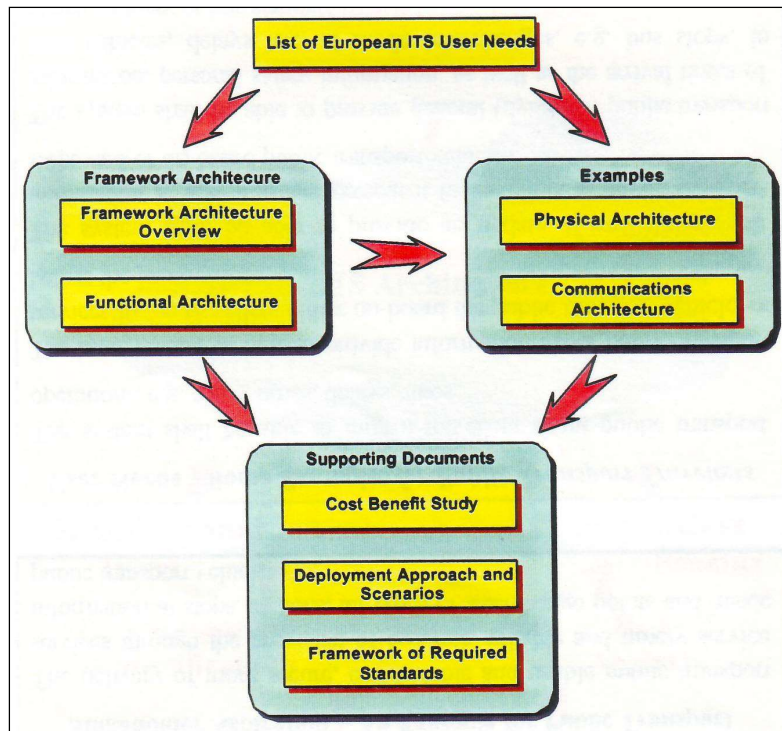
### 3.4.1 KAREN PROJEKT

Na osnovi priporočil in zahtev na visokem nivoju, ekspertne skupine za RTT (*Road Transport Telematics*), se je Evropska komisija (Ministrski svet EU - *European Council of Ministers*) odločila leta 1998, da se, kot del 4-tega okvirnega programa FP (*Framework Program*), osnuje in financira projekt za razvoj ustrezne systemske zasnove potrebne za evropske transportne mreže, ti. **KAREN** projekt (*Keystone Architecture Required for European Networks*) [d02]. Naloga in cilj tega EU projekta je definiranje osnovnih smernic za razvoj in izdelavo minimalno nespremenljive systemske zasnove potrebne za razvoj delujočih in uporabnih ITS sistemov znotraj EU do vsaj leta 2010. Ta, **FRAME** (*FRame Architecture Made for Europe*) arhitektura, naj bi postala vodilo za razvoj ITS sistemov v EU in nacionalnih ITS arhitektur. FRAME oz. ITS-EU systemska zasnova naj bi:

- definirala potrebne komponente za prosti trg ITS produktov (za vso Evropo in preostali svet) za evropsko ITS industrijo;
- postala osnova za soglasja strokovnjakov na spornih vprašanjih, ki še vedno preprečujejo množično uvajanje ITS sistemov v EU. Ta bi tako omogočila uporabnikom vseh vrst, da nabavijo stroškovno učinkovite ITS produkte, ki delajo na enak način po vsej Evropi;
- postala osnova za razvoj in uvajanje specifičnih nacionalnih, regionalnih, lokalnih systemskih zasnov;
- predstavljala most med ITS srenjo in razvijalci sedanjih in bodočih tehnologij, ki bi se jih lahko uporabilo v ITS sistemih;
- bila vodilo za investiranja v infrastrukturo potrebno za vpeljavo ITS storitev;
- nudila podporo pri identifikaciji področij za katere so potrebne nove raziskave in demo predstavitve.

Prva verzija ITS-EU systemske zasnove je bila objavljena l. 2000 na osnovi mnogih posvetov, ki so jim prisostvovali eksperti vseh kategorij uporabnikov v EU. Ključni 'izdelki' ITS-EU systemske zasnove so naslednji (slika 3.6):

1. Seznam uporabniških potreb (*User needs*, op. *User requirements* po ITS-A);
2. Funkcionalna zasnova (*Functional architecture*, op. *Logical architecture* po ITS-A);
3. Fizična zasnova (*Physical architecture*) s primeri referenčnih (vzorčnih) sistemov;
4. Komunikacijska zasnova (*Communication architecture*) na primerih vzorčnih sistemov;
5. Študija stroškov in koristi (*Costs/Benefits*);
6. Opis 'vročih' zadev in scenarijev pri uvajanju ITS sistemov;
7. Okvir zahtevanih standardov;
8. Množica priporočil za vzdrževanje, dopolnjevanje rezultatov in sledenje rezultatom

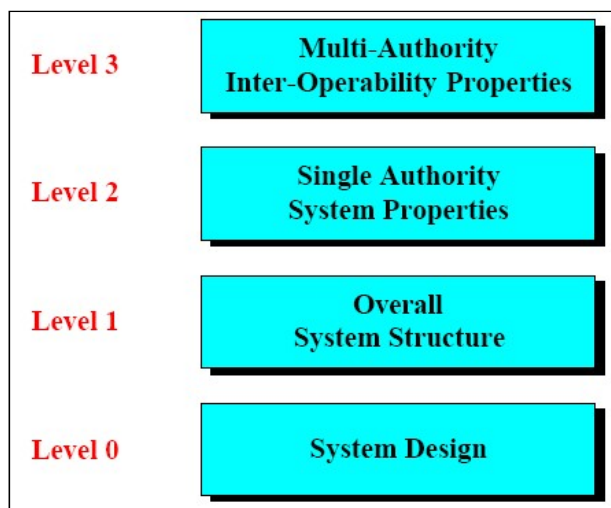


Slika 3.6: Ključni dokumenti ITS-EU arhitekture

Generično izraženo ima evropska ITS sistemska zasnova nekaj načelnih karakteristik in sicer:

- da je *odprta*; kar pomeni, da vsi dobavitelji, operaterji in uporabniki lahko uporabljajo kar je vsebovano v sistemske zasnovi.
- da je *multi-modalna*; kar pomeni, da je njena uporabnost koncipirana za vse oblike cestnega prometa, ne samo za privatna vozila. Vsebuje tudi povezave za druge oblike transporta, ki ne uporabljajo ceste.
- da je *neodvisna od tehnologije*; kar pomeni, da ne zahteva ali promovira uporabo določene tehnologije. Promovira pa uporabo generičnih rešitev za katere je na razpolago nekaj tehnologij. Na primer, komunikacijska arhitektura lahko promovira brezžične komunikacije v nekaterih delih, toda ne točno določene vrste (ni zahtev za uporabo določene frekvence, protokola, ipd.).
- da ni *sistemska* ali *komponentno* načrtovana; Iz vsebine sistemske zasnove se direktno ne more ničesar (hardver ali softver) proizvesti. Definicije in opisi v zasnovi so na nivoju, ki je previsok, da bi se to lahko direktno doseglo.
- da ni *sistemska specifikacija*; Zasnova ni predstavljena na način, da bi se lahko direktno uporabila kot specifikacija za nek sistem, bodisi hardver ali softver. Lahko pa se deli zasnove uporabljajo kot začetna točka za izdelavo specifikacij sistema ali komponent posameznih sistemov.

ITS zasnova je primarno izmenjava informacij in kontrola na različnih nivojih kot prikazano na več nivojskem modelu (sliki 3.7). Prometni in transportni upravitelji (menedžerji) se ukvarjajo s SA arhitekturami na višjih nivojih (nivo 2 in 3), ki so skladni s SA arhitekturami na nižjih nivojih (nivo 0 in 1). Slednji so domena za načrtovanje in konstrukcijo sistemov v detajle.



Slika 3.7: Več nivojski model za ITS sistemsko zasnovano

Nivo 3 zasnova odraža dejanske (*real world*) omejitve, ki vplivajo na transportne agencije in na zahteve za take sistemske lastnosti kot je interoperabilnost med sodelujočimi avtonomnimi agencijami (direkcijami) in zadržanje kontrole nad informacijami, ki se nanašajo na vsako posamezno agencijo. Lahko tudi pokaže kaj je, v obstoječih organizacijskih strukturah, potrebno izboljšati ali spremeniti (mogoče tudi radikalno) zato, da bo ITS sistem nudil namenjene storitve.

**Primer:** Center za nadzor prometa TCC (*Traffic control center*) potrebuje izmenjavo podatkov z drugim TCC centrom ali centrom za posredovanje informacij potnikom TIC (*Traveler Information Center*), po možnosti še čezmejno. Definiranje načina in specifikacij minimalnih performanc za to izmenjavo je še kako pomemben. V nekaterih primerih zadostuje preprosta telefonska linija, ki prenaša glasovna sporočila. V drugih primerih je potrebna varna in hitra namenska podatkovna povezava za CCTV slike. Zahtevani nivo povezave in interoperabilnosti mora biti ustrezno specificiran za analizo arhitekture, čeprav izbira določene tehnologije naj bi ostala v domeni sistemskih načrtovalcev.

Nivo 3 zasnove postavlja okvir v katerem se lahko definira nivo 2 arhitekture. Ta nivo definira lastnosti tistih sistemov, ki delujejo v okrilju ene same agencije (direkcije, koncesionarja). Vendar, ko je formalna sistemska analiza končana, je potreben ponoven pregled nivo 2 in nivo 3 lastnosti kot del procesa, ki opredeljuje odgovornosti implementacije ITS sistema različnim agencijam. Nekateri od vmesnikov so določeni v skladu z nacionalnimi ali mednarodnimi specifikacijami, posebno komunikacijski protokoli in standardi, ki naj bi se uporabili. Čeprav sta si narava zadev in vprašanj, ki se jih obravnava na nivojih 2 in 3 podobni, se jih ločuje. Problemi, ki se jih rešuje na nivoju 3, so po vsej verjetnosti drugačni in jih lahko obravnavajo celo različne skupine strokovnjakov. Nadalje, njihova obravnava pride v poštev ob časovno različnih terminih. Tudi način, kako doseči soglasnost, je lahko drugačen. Sistemski arhitekti morajo rešitev 'trgovati' in ne diktirati. Če je za ITS odgovorna ena sama agencija, je nivo 2 verjetno najvišji.



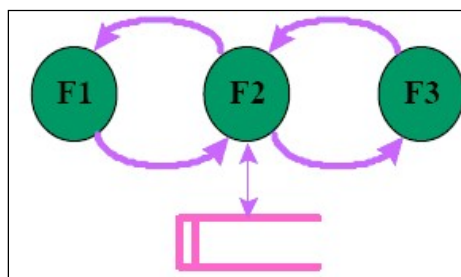
Nivo 1 arhitekture je primarno skrb sistemskih inženirjev. Na tem nivoju se definira struktura sistema na način, da se ITS funkcije grupirajo v stroškovno učinkovite izvedbe in informacijski sistemi logično razčlenijo v pod-sisteme za načrte na nivoju 0. Specifične tehnologije se sprejemajo samo na nivoju 0. Dejansko, nivo 0 arhitektura pravzaprav ni arhitektura. To je podroben načrt v katerem so opisani vsi izbrani podsistemi in komponente z vsemi potrebnimi standardi. Sistemske zasnove na nivojih 1 do 3 so (naj bi bile čimbolj) neodvisne od tehnologij in/ali proizvajalca in so zato relativno stabilne (se ne spreminjajo) navzlic tehnološkim spremembam. Tako na primer, komunikacijska arhitektura na nivoju 1 lahko predvideva potrebo za radijsko komunikacijo, medtem ko je na nivoju 0 sprejeta odločitev uporabe Ethernet-a.

En sam pogled kompleksnega sistema, ki izraža vse informacije o sistemu na razumljiv način, ne obstaja. Enako drži za arhitekture ITS sistemov. Namesto tega je potrebnih več pogledov, ki opisujejo različne nivoje detajlov in različne tipe informacij. Ti pogledi lahko vključujejo naslednje arhitekture:

- **logično**, ki opisuje kako naj potekajo različni podatki in kako naj se jih procesira;
- **fizično**, ki razporeja funkcije v fizične pod-sisteme;
- **funkcijsko**, ki poudarja funkcije znotraj fizične arhitekture in;
- **organizacijsko**, ki pripisuje logične enote v organizacijski model, ki vključuje oskrbovalce (*providers*) in prejemnike (*receptients*) izbranih storitev.

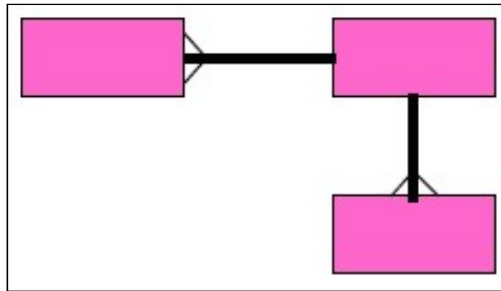
Nivo 1 je definiran z množico (običajno iz najmanj 4-ih ločenih posameznih) zasnov, ki podajajo celotno strukturo sistema in način kako so posamezni pod-sistemi povezani med seboj. Te so:

- **Funkcionalna zasnova** (*Functional architecture*): Serija diagramov in specifikacij s prikazom funkcij ali procesov potrebnih, da se zadosti uporabniškim storitvam. Opisuje tudi funkcije in pod-funkcije ITS Sistema, pretok podatkov med njimi in glavne podatkovne baze (slika 3.8).



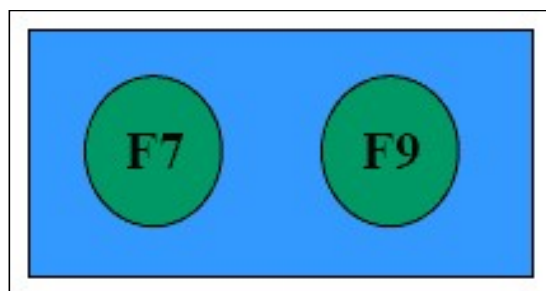
Slika 3.8: Osnovna shema funkcionalne zasnove

- **Informacijska zasnova** (*Information architecture*): Opisuje podatke, ki so potrebni za ITS sistem in njihovo medsebojno povezavo (slika 3.9);



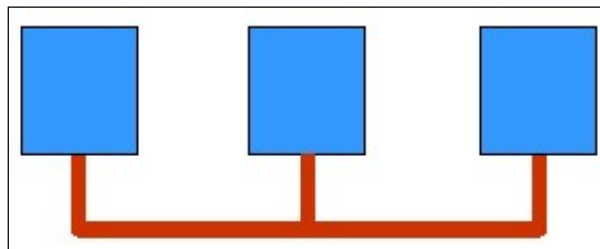
Slika 3.9: Osnovna shema informacijske zasnove

- **Fizična arhitektura** (*Physical architecture*): serija diagramov in specifikacij za fizične komponente in njihove lokacije v razvoju dane aplikacije; opisuje grupiranje funkcij v fizične enote ali celo tržne produkte s poteki komunikacij med njimi (slika 3.10);



Slika 3.10: Osnovna shema fizične zasnove

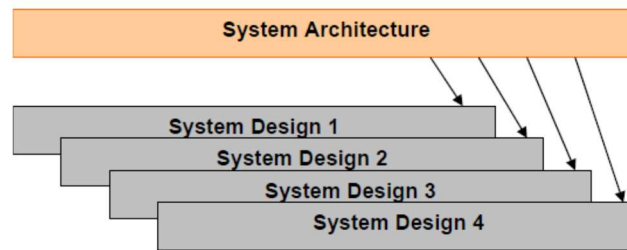
- **Komunikacijska arhitektura** (*Communication architecture*): analiza zahtev za povezavo med lokacijami v fizični zasnovi; opisuje tok podatkov med fizičnimi enotami, oboje, v obliki množic sporočil in karakteristik potrebnih od prenosnih sredstev (slika 3.11).



Slika 3.11: Osnovna shema komunikacijske zasnove

### 3.4.2 RAZLIKA MED ITS ARHITEKTURO IN NAČRTOM

Kaj predstavlja termin systemska zasnova SA (*System Architecture*)? Obstaja namreč nekaj zmede med terminoma systemska zasnova in načrtom sistema SD (*System Design*). SA zasnova predstavlja višji nivo kot SD dizajn v smislu, da za isto zasnovo obstaja več dizajn-ov, ki so z njo skladni (slika 3.12). To je možno, ker SA arhitektura specificira kaj naj sistem naredi raje kot kako naj bi to naredil. Drugače povedano, dve impozantni stavbi imata enak arhitekturni stil, toda nista identični kot bi bile v primeru, če bi imeli enak dizajn.



Slika 3.12: Sistemska arhitektura in dizajn sistema

Drug način preproste razlage pojma ITS arhitektura (sistemska zasnova) je primerjava z bolj familiarnimi stvarmi, ki imajo značilnosti slične neki arhitekturi, na primer z avtom. Avto ima enako arhitekturo (celotno zasnovo) ne glede na to, kdo ga je proizvedel ali kakšnega modela je. Zato, da zadovolji svoj namen kot učinkovit način (mod) transporta, mora imeti naslednje značilnosti: kolesa, volan, zavore, pospeševalni sistem, prednje luči, zadnje in zavorne luči, indikatorje, hupo ipd. Čeprav so vse od navedenih značilnosti standardi (dejansko regulirane v večini držav), obstajajo ožji razponi variabilnosti v teh elementih. Proizvajalci avtomobilov privzamejo navedene značilnosti in na tej osnovni zasnovi gradijo unikatne dizajne ali modele.

V ITS arhitekturi za avto se specificira vse glavne dele in način njihove povezave, ki pa ne daje dovolj podatkov, da se iz nje enega zgradi. V arhitekturi niso izbrani, recimo, poševnost vetrobranskega stekla, lokacije in število vrat ali velikost in lokacija motorja (spredaj, zadaj, vzdolžna ali prečna montaža). Sistem vzmetenja, sistem prenosa in druge glavne komponente se po dizajnu lahko razlikujejo, kar naredi vsak model unikatnen. To so dizajnerske odločitve, ki dodajo več detajlov tako, da prevedejo arhitekturo v uporaben načrt.

ITS arhitektura torej ni direktno uporabna. V čem je potem smisel izdelave arhitekture, če to ni? Dejansko, veliko sistemskih inženirjev je mnenja, da se stopnjo izdelave arhitekture lahko v celoti opusti, ker verjamejo, da so tako dobri pri zbiranju in razumevanju potreb uporabnikov, da lahko grede direktno na dizajn, ki bo pravilno deloval od prvega trenutka. Tisti, ki sledijo takemu pristopu se pogosto znajdejo v situaciji v kateri poskušajo usmeriti zahteve, ki bi pasale vnaprej zastavljenim rešitvam.

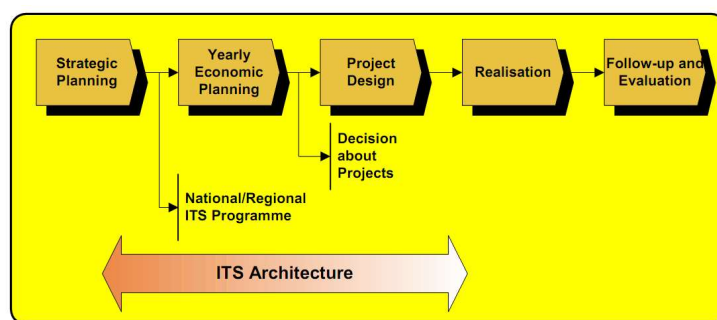
Sistemska arhitektura neke regije je dejansko neka vmesna stopnja na poti to dizajna (slika 3.13). Je trenutek mirovanja, da se opravi pregled, kaj je bilo do tega trenutka narejeno in odloči, ali je to še vedno tisto, kar uporabniki hočejo. V tem trenutku se prav tako preverijo možnosti kakšnih napak. Za prihranek stroškov, ki bi bili doseženi, če se napake odkrijejo v čim prejšnji fazi življenjskega cikla, v praksi velja pravilo '10:100:1000'. Pravilo poudarja dejstvo, da strošek odprave napake dovolj zgodaj pri načrtovanju stane na primer 10 ECU. Odkrit pri razvoju bi strošek za odpravo iste napake stal 100 ECU. Če pa se napaka ne odkrije dokler sistem ni postavljen v delovanje, strošek za odpravo iste napake naraste na 1000 ECU. V praksi so stroški veliko večji, toda razmerje ostane isto.

Dodatna analogija na katero mnogi pomislijo, ko je govora o arhitekturi, je hiša. Vsi smo familiarni s 'skupkom' opeke, lesa, cementa in malte, ki mu rečemo 'dom'. Lahko pa si hišo zamislimo kot nek sistem. Sistem 'Hiša' ima množico pod-sistemov, ki zagotavljajo udobja in ugodnosti, ki ju sicer jemljemo kot samoumevna in ju zahtevamo v naših domovih. Arhitektura

'Hiše' mora opisovati glavne elemente in njihova razmerja do vsakega izmed njih, če naj pod-sistemi delujejo skladno za zagotavljanje željenega rezultata, tj. ugodno bivališče. Torej, mnogovrstni pod-sistemi morajo delovati skupaj, da se doseže ta cilj. Ti pod-sistemi med drugim vključujejo:

- vodno inštalacijo: za pitno-, toplo- in odpadno- vodo ter gretje (centralna kurjava);
- električno inštalacijo: za razsvetljavo, gospodinjske aparate, gretje;
- stene: za zagotavljanje funkcionalnosti, nosilno ogrodje za streho;
- streho: za preprečevanje 'vstopa' dežja v hišo.

Nekateri domovi imajo še dodatne pod-sisteme kot na primer kabelsko TV, prezračevanje, ipd. Vsak pod-sistem igra dve vlogi. Prvič, izvajati mora lastno opravilo in izvajati svoje funkcije za katere je bil zgrajen na najbolj učinkovit način. Drugič, in enako pomembno, delovati mora skladno z drugimi pod-sistemi, da zagotavlja način bivanja, ki ga pričakujemo. Zelo verjetno je tudi, da so bili različni pod-sistemi kupljeni od različnih prodajalcev ali so produkti različnih proizvajalcev in inštalirani z različnimi neodvisnimi specialisti. Od vodo-inštalaterja se ne pričakuje, da bo inštaliral električne pod-sisteme.



Slika 3.13: ITS arhitektura in procesi ITS postavitve

### 3.4.3 DEFINICIJE IZRAZOV V ITS-EU ZASNOVI IN PODATKI O VIRIH

V Evropi in ostalem svetu obstaja več imen in izrazov v sistemskih zasnovah. Nekatera so se porajala zaradi razlik v pristopih pri razvoju arhitekture. V tabeli 3.8 je izbran seznam z definicijami za imena, ki so relevantne za ITS-EU arhitekturo.

Tabela 3.8: Seznam pogosto uporabljenih imen in izrazov v ITS-EU arhitekturi

Št.	Name	Ime
a)	Communications architecture	Komunikacijska zasnova
b)	Conceptual model	Konceptualni model
c)	Context diagram	Kontekstni diagram
d)	Control architecture	Kontrolna zasnova
e)	Cost benefits	Stroški/koristi
f)	Data	Podatki
g)	Data architecture	Zasnova podatkov
h)	Data flow	Podatkovni tok
i)	Data store	Podatkovna skladišča
j)	Deployment	Postavitve
k)	Function	Funkcija
l)	Functional architecture	Funkcionalna arhitektura
m)	Implementation architecture	Izvedbena arhitektura
n)	Information architecture	Informacijska arhitektura
o)	Information	Informacija
p)	ITS system	ITS sistem
q)	Logical architecture	Logična arhitektura
r)	Organization(al) architecture	Organizacijska arhitektura
s)	Physical architecture	Fizična arhitektura
t)	Physical system	Fizični sistem
u)	Presentation architecture	Predstavitvena arhitektura
v)	Reference model	Referenčni model
w)	Risk	Tveganje
x)	Terminator	Terminator
y)	User needs	Potrebe uporabnikov
z)	User service requirements	Zahteve za uporabniške storitve

Seznam javno dostopnih dokumentov, ki opisujejo referenčno evropsko ITS okvirno arhitekturo, so podani v tabeli 3.9.

Tabela 3.9: Dokumenti KAREN projekta

Oznaka ref.	Dokument	Vir	Št. str.
DSA2.3	CONVERGE System Architecture	[d01]	165
D2.02.Issue 1	EU ITS A List of European ITS User Needs	[d02]	51
D3.1	EU ITS Functional Architecture	[d1]	148
D3.2	EU ITS Physical Architecture	[d2]	88
D3.3	EU ITS Communication Architecture	[d3]	116
D3.4	EU ITS Cost Benefits Report	[d4]	
D3.5	EU ITS Deployment Study Report	[d5]	
D3.6	EU ITS Framework Architecture Overview	[d6]	54
D3.6, Annex 1	EU ITS Trace Tables	[d6.1]	187
D3.7 Issue 1	EU ITS Models of Intelligent Transport Systems	[d7]	69
D4.2-Issue 1	EU ITS Deployment Approach and Scenarios	[d8]	107

### 3.4.4 ITS-EU (KAREN) UPORABNIŠKE POTREBE

V tabeli 3.10 je prikazana KAREN sistematika uporabniških potreb ITS-EU do nivoja pod-domen. Podane so referenčne številke vseh (9) domen in pod-domen (32) z njihovimi nazivi. Pod-domene se nadalje delijo še v pod-pod-domene. Primera drevesne strukture pod-pod-

domeni za domeni #8 in #9 sta podana na slikah 3.14 in 3.15. Kompletan seznam EU uporabniških potreb, inačica 4, vsebuje tudi 539 vpisov uporabniških storitev [d02], ki so razdeljene med splošno domeno (#1) in devetimi glavnimi domenami (#2 do #10) kot prikazano na sliki 3.16. Seznam je bil pripravljen in napisan na višjem nivoju z namenom pokrivanja vseh zahtev evropske cestno transportne telematike in 'vmesnikov' za druge mode transporta do l. 2010. Primarna naloga te sistematike je osnova za ITS-EU arhitekturo.

Kratka razlaga vsebin vsakega od stolpcev v tabeli 3.10 in v KAREN seznamu uporabniških potreb [d02] je naslednja. Vsaki od teh je dodeljena enolična ID številka 'N.M.P.Q', razen domene Splošno (N=1), ki uporablja 'N.P.Q'. Pri tem posamezne številke označujejo:

N – glavno domeno storitev;

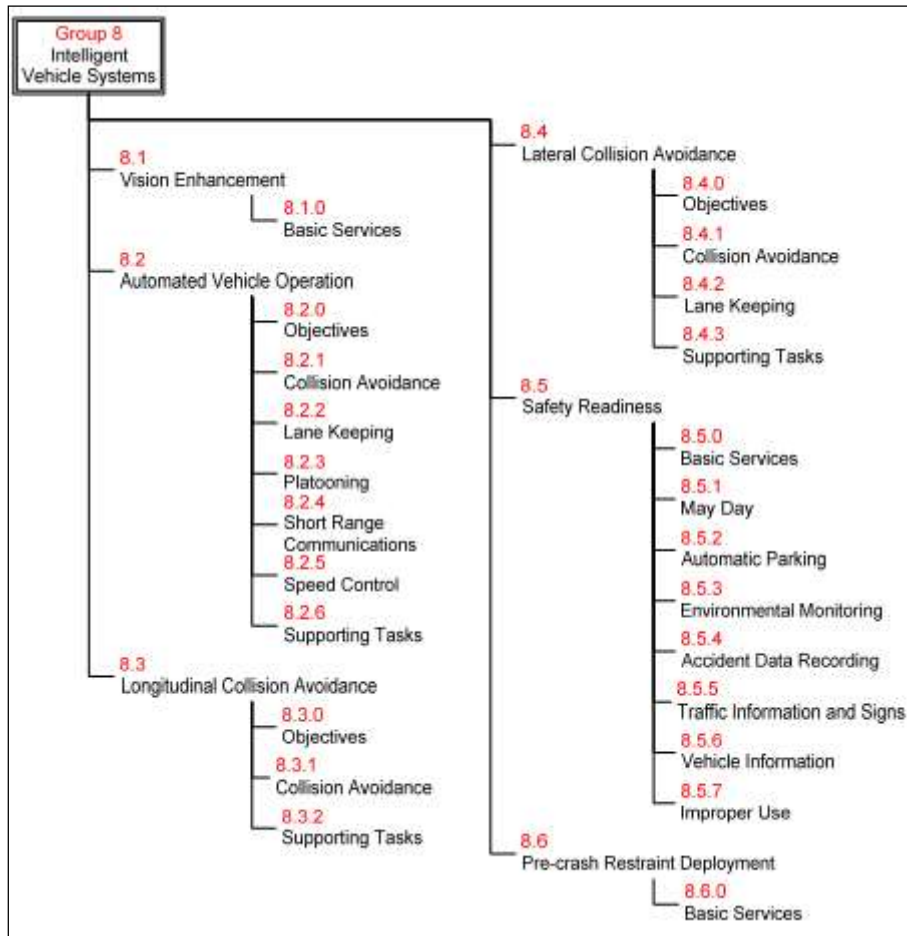
M – storitev znotraj glavne domene (pod-domena);

P – logično (sorodno) množico uporabniških potreb znotraj pod-domene storitev, tj., pod-pod-domeno;

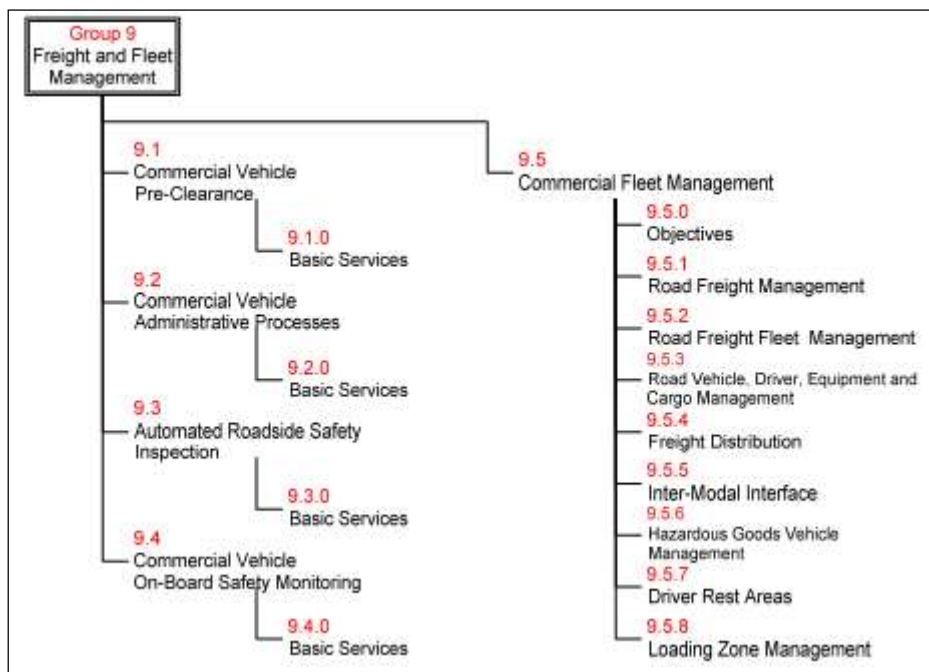
Q - enolično številko uporabniške storitve znotraj pod-pod-domene.

Tabela 3.10: KAREN domene in pod-domene ITS storitev

Dom	Poddom	Title (KAREN)	Ime (KAREN)
1	N/A	<b>General</b>	<b>Splošno</b>
2		<b>Infrastructure planning and maintenance</b>	<b>Planiranje infrastrukture in vzdrževanja</b>
	2.1	Transport Planning Support	Podpora planiranju prevozov
	2.2	Infrastructure Maintenance Management	Upravljanje vzdrževanja infrastrukture
3		<b>Law enforcement</b>	<b>Upoštevanje zakonov in predpisov</b>
	3.1	Policing/Enforcing Traffic Regulations	Skrb za red in uveljavitev prom. predpisov
4		<b>Financial transactions</b>	<b>Finančne transakcije</b>
	4.1	Electronic Financial Transactions	Elektronske finančne transakcije
5		<b>Emergency services</b>	<b>Storitve v izrednih razmerah</b>
	5.1	Emergency Notification and Personal Security	Opozarjanje na nevarnost in osebna varnost
	5.2	Emergency Vehicle Management	Upravljanje vozil za nujne vožnje
	5.3	Hazardous Materials & Incident Notification	Prijava nevarnih materialov & nezgod
6		<b>Travel information and guidance</b>	<b>Potovalne informacije in navodila</b>
	6.1	Pre-trip Information	Informacije pred potovanji
	6.2	On-trip Driver Information	Informacije voznikom med potovanjem
	6.3	Personal Information Services	Osebne informacijske storitve
	6.4	Route Guidance and Navigation	Pomoč pri izbiri poti in navigacija
7		<b>Traffic, incidents and demand management</b>	<b>Upravljanje s prometom, incidenti in povpraševanjem po prevozi</b>
	7.1	Traffic Control	Kontrola prometa
	7.2	Incident Management	Upravljanje z incidenti
	7.3	Demand Management	Upravljanje s povpraševanji
	7.4	Safety Enhancement for Vulnerable Road Users	Povečanje varnosti za ranljive uporabnike cest
	7.5	Intelligent Junctions and Links	Inteligentna križišča
8		<b>Intelligent vehicle systems</b>	<b>Sistemi inteligentnih vozil</b>
	8.1	Vision Enhancement	Povečanje vidljivosti
	8.2	Automated Vehicle Operation	Avtomatska vožnja
	8.3	Longitudinal Collision Avoidance	Izogibanje vzdolžnih trkov
	8.4	Lateral Collision Avoidance	Izogibanje prečnih trkov
	8.5	Safety Readiness	Varnostna pripravljenost
	8.6	Pre-crash Restraint Deployment	Ublažitev posledic pred trki
9		<b>Freight and fleet management</b>	<b>Upravljanje s tovorom in voznih parkov</b>
	9.1	Commercial Vehicle Pre-clearance	Avt. regulatornih podatkov o vozilu in tovoru
	9.2	Commercial Vehicle Administrative Processes	Administrativni procesi za kom. vozila
	9.3	Automated Roadside Safety Inspection	Avtomatska obcestna varnostna kontrola
	9.4	Comm. Vehicle On-board Safety Monitoring	Nadzor stanja varnosti v/na kom. vozilih
	9.5	Commercial Fleet Management	Upravljanje s flotami komercialnih vozil
10		<b>Public transport management</b>	<b>Upravljanje javnega transporta</b>
	10.1	Public Transport Management	Upravljanje z javnim transportom
	10.2	Demand Responsive Public Transport	Upravljanje s povpraševanji-odzivi o prevoznih storitvah v javnem transportu
	10.3	Shared Transport Management	Upravljanje z deljenimi prevozi
	10.4	On-trip Public Transport Information	Info. med potovanjem z javnim transportom
	10.5	Public Travel Security	Varnost v javnem prometu



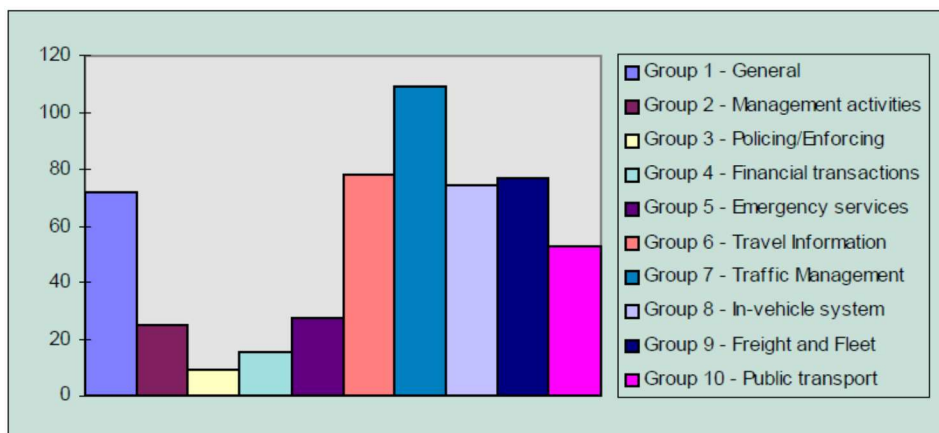
Slika 3.14: Drevesna struktura FRAME uporabniških potreb za domeno #8



Slika 3.15: Drevesna struktura FRAME uporabniških potreb za domeno #9

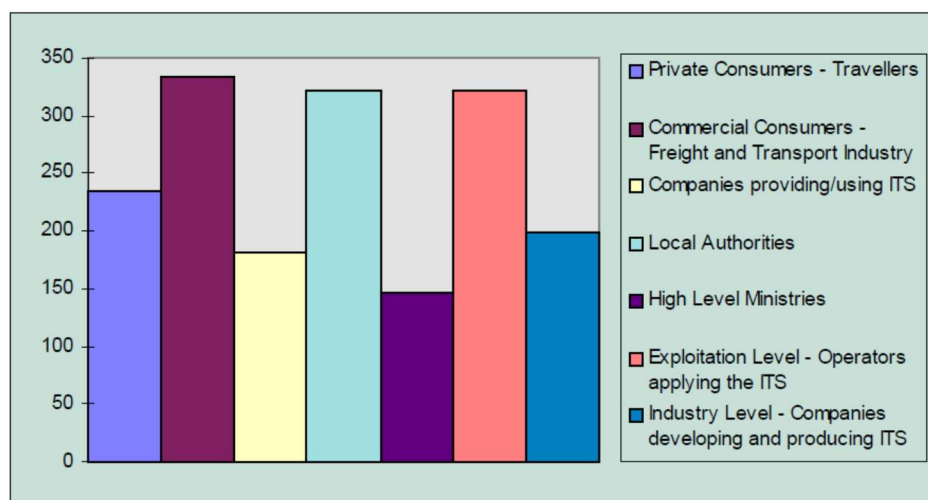


V opisih storitev je vsaka napisana na način, da je njen pomen jasn. Tako *'The system shall do X'* pomeni, da je izvajanje funkcije X obvezno, medtem ko *'The system shall be able to do Y'* ali *'The system shall enable Y'* pomeni, da je izvajanje funkcije Y opcija.



Slika 3.16: Število uporabniških storitev na glavno domeno

Vsaka od uporabniških storitev je običajno zanimiva samo neki skupini možnih uporabnikov. Število uporabniških storitev za vsako od sedmih kategorij uporabnikov je prikazano na sliki 3.17.



Slika 3.17: Število uporabniških storitev na kategorijo uporabnikov

### 3.4.4.1 POVZETKI VSEBIN GLAVNIH DOMEN ITS-EU UPORABNIŠKIH POTREB

V tabeli 3.11 je podan seznam glavnih domen (skupin, grup, področij), skupno 10, ITS-EU uporabniških potreb definiranih v okviru projekta KAREN [d02].

Tabela 3.11: Seznam glavnih ITS-EU domen uporabniških potreb

Domena	Ime	Name
1	Splošno	General
2	Planiranje infrastrukture in vzdrževanja	Infrastructure planning and maintenance
3	Upoštevanje zakonov in predpisov	Law enforcement
4	Finančne transakcije	Financial Transactions
5	Storitve v izrednih razmerah	Emergency Services
6	Potovalne informacije in navodila	Travel Information and Guidance
7	Upravljanje s prometom, incidenti in povpraševanjem po prevozih	Traffic, Incidents and Demand Management
8	Inteligentni sistemi v vozilih	Intelligent Vehicle Systems
9	Ravnanjem s tovorom in upravljanje voznih parkov	Freight and Fleet Management
10	Upravljanje javnega transporta	Public Transport Management

V naslednjem so podani povzetki vsebin vseh 10 glavnih domen ITS-EU uporabniških potreb:

1. **Splošno:** Domena zajema splošne pojme in definicije systemske zasnove in ITS sistemov.
2. **Planiranje infrastrukture in vzdrževanje:** Domena vsebuje aktivnosti vezane za dolgoročno planiranje, modeliranje in poročanja, kakor tudi za vzdrževanje infrastrukture.
3. **Upoštevanje zakonov in predpisov (vzdrževanje reda):** Domena vsebuje aktivnosti vezane za uveljavljanje prometnih zakonov in predpisov ter zbiranje dokazov o prometnih prekrških (Priloga).
4. **Finančne transakcije:** Domena vsebuje aktivnosti vezane za plačevanje prometnih in potovalnih uslužnostih in vključuje tudi načine transakcije, njene uveljavitve in delitev prihodkov.
5. **Storitve v izrednih razmerah:** Domena vključuje mednarodne klice na pomoč ('*May Day*') (Aneks 1), ravnanje z ukradenimi vozili, razporejanjem prioritet za reševalna vozila in upravljanje v primerih incidentov v katerih so udeležena vozila z nevarnimi tovari.
6. **Potovalne informacije in vodenje izbire poti:** Domena vsebuje aktivnosti vezane za vodenje informacij pred- in po-potovanju, vključno z modalno izbiro in spremembo ter vodenje na poti.
7. **Upravljanje s prometom, incidenti in povpraševanjem po prevozih:** Domena vsebuje aktivnosti vezane za: kontrolo prometa, vodenje v primerih incidentov, vodenje povpraševanja po prevozih, detekcijo prometa, planiranje, kontrolo pretoka, upravljanje izjemnih prevozov, nadzor hitrosti, upravljanje z voznimi pasovi in parkiranjem, upravljanje HOV (*High Occupancy Vehicle*) sistema, za upravljanje sistema plačila uporabe cest, kontrolo dovozov in vodenje naprav za zaščito ranljivih uporabnikov cest (*Vulnerable Road Users - VRU*) (Aneks 1).
8. **Inteligentni sistemi v vozilih:** Domena vsebuje funkcije, ki se nanašajo na notranjost vozila, vključno s sistemi za povečanje vidljivosti, sistemov za longitudinalno in lateralno izogibanje trkov, sistema za kontrolo vožnje po istem voznem pasu (*Lane keeping*),

platooning, sistema za hitrostno kontrolo (Aneks 1), sistema za nadzor voznikove budnosti, iniciacija klicev za pomoč, itd.

9. **Ravnanjem s tovorom in upravljanje z voznim parkom:** Domena vsebuje aktivnosti vezane za transport blaga in upravlja z voznim parkom vključno z zbiranjem, hranjenjem in poročanjem podatkov o vožnji vozila in tovora v skladu z zakonskimi predpisi (npr., podatki tahografa), upravljanje z naročili in dokumenti, planiranje, nadzor nad terminskimi plani, operacijsko vodenje, varnost vozil in tovora ter upravljanje med-modalnih prevozov.
10. **Upravljanje javnega transporta:** Domena vsebuje aktivnosti vezane za; vodenje javnega transporta, upravljanje javnega transporta glede na povpraševanja po prevozih, deljeni (*shared*) javni transport, posredovanja informacij med vožnjo in varnost potnikov. Vključuje tudi vodenje, razporejanje, sledenje, upravljanje z informacijami, komunikacijami in prioritetai javnega transporta.

#### 3.4.4.2 RAZŠIRJENI POVZETKI VSEBIN GLAVNIH UPORABNIŠKIH STORITEV ITS-EU

V nadaljevanju so podani razširjeni povzetki vsebin 10-ih glavnih uporabniških storitev ITS-EU iz tabele 3.11. Zaradi sinergetske integracije storitve ene domene lahko nastopajo (nudijo koristi) v več kot eni od domen. Tak zgledni primer predstavlja sistem za .....

Domena #1: ..... (nedokončano)

Domena #3: **Upoštevanje zakonov in predpisov** (vzdrževanje reda):

Nadzor upoštevanja prometnih predpisov v Sloveniji in v tujini opravlja policija oziroma avtomatski nadzorni sistemi s kaznovalnimi ali preventivnimi učinki (npr. fotografiranje, opozorila). Osnovni namen uporabe sistema nadzora prometa v policiji:

- povečati učinkovitost nadzorstvene funkcije policije na cestah;
- različni preventivni nameni;
- povečati pričakovanje potencialnih cestno-prometnih kršiteljev, da bodo ob storitvi prekrška odkriti in kaznovani;
- povečati policijske aktivnosti na področjih, kjer je bila do sedaj, zaradi tehnične opreme in težav z dokazovanjem omejena (vožnja na prekratki varnostni razdalji, prehitevanje po desni strani na AC in HC, kršitve voznikov in pešcev na prehodih za pešce v ne-semaforiziranih križiščih itn.);
- povečati policijsko nadzorstvo na slovenskem cestnem križu in na prometno najbolj izpostavljenih odsekih slovenskih cest in mestnih ulic.

Poznani so naslednji sistemi kontrole upoštevanja prometnih predpisov:

- mobilni radarski in laserski merilniki,
- mobilni video nadzor,
- stacionarni video nadzor,
- sistem umirjanja prometa s pomočjo opozoril,
- sistem umirjanja prometa z aktivnim vplivom na hitrost vozila.

## 1) Mobilni video nadzor – sistem PROVIDA

Sistem PROVIDA je video sistem za nadzor in urejanje cestnega prometa. Poleg osnovne funkcije je tudi učni pripomoček za udeležence v prometu, pripomoček operaterju oz. policistu za dajanje opozoril in navodil udeležencem v prometu ter za ugotavljanje in dokazovanje kršitev cestnoprometnih predpisov. Sistem PROVIDA je sestavljen iz kvalitetne barvne videokamere, glavne enote z LCD prikazovalnikom, daljinsko upravljajno-komandnega dela (PolicePilot) in videorekorderja za arhiviranje posnetkov. Sistem omogoča tudi zapis avdio signala na video trak, ki ga policist izreče kot komentar ob nadzoru prometa in ugotavljanju kršitev cestnoprometnih predpisov. Poleg teh arhiviranih video- in avdio signalov pa je na video traku še vrsto podatkov, kot so: ura, datum, identifikacijska številka policijske patrulje, števec video okvirov, zoom funkcija na videokameri, prikaz lastne hitrosti in povprečne hitrosti, posredno izračunane na podlagi meritev časa in prevožene poti. Vsi ti podatki in video slika so prikazani tudi na LCD prikazovalniku, ki je pripomoček policistu za nastavitve sistema, nastavitve zornega kota kamere in kot prikazovalnik posnetega dogajanja v cestnem prometu po snemanju (npr. policist lahko kršitelju predvaja posnetek prekrška). (Glej tudi Aneks 1)

## 2) Stacionarni video nadzor

Stacionarni video nadzor je zelo učinkovit v primeru nadzora in kontrole upoštevanja predpisov primeru posameznih nevarnih (hitrih) mest na avtocestah, kjer ni možnosti zaustavitve vozil. Ob prekoračeni hitrost se sproži digitalni fotoaparati, ki zelo natančno posname vozilo za potrebe identifikacije. Tak primer je prikazan na.....

## Domena #9: **Upravljanje s tovorom in voznim parkom** (*Freight and fleet management*)

Obstaja cela vrsta aplikacij namenjenih za podporo operaterjem voznih parkov in voznikom, ki so zadolženi za obratovanje javnih transportnih uslug ali komercialnega tovornega transporta, bodisi, da so to tovornjaki za dolge razdalje ali za dostave v urbanem prometu. Primeri:

- Planiranje razporeda vozil in voznikov in avtomatska kompilacija potnih poročil;
- Optimiziranje voznih poti za oboje, standardna in 'nestandardna' (npr. prevelika) vozila;
- Sledenje operacij vozil vezanih za varnost in shranjevanje teh podatkov v vozilu za odgovor obcestnim povpraševanjem;
- Spremljanje lokacije komercialnega blaga med celotnim prevozom in spremljanje fizičnega statusa blaga, če je to pokvarljivo;
- Avtomatizacija komercialne in regulatorne dokumentacije, ki mora spremljati komercialna vozila in blago;
- Sledenje lokaciji vozila in oskrba z dvo-smernim kontaktom z voznikom, npr. za posredovanje spremenjenih navodil;
- Ustvariti pogoje za 'urad v kabini' (*office in the cab*) za izmenjavo dokumentov med vozniki (iz vozila) in lastniki.



Slika 3.18: Upravljanje s tovorom in voznim parkom

#### 3.4.4.4.3 POVZETKI VSEBIN KAREN POD-DOMEN

V naslednjem je podan povzetek vsebin vseh 32 **KAREN** pod-domen iz tabele 3.10.

#### 2.1 Podpora planiranju prevozov (*Transportation planning support*):

Pod 'planiranjem transporta oz. prometa' se razume niz dejavnosti katerih cilj je realen, ne nujno optimalen, plan izgradnje prometne infrastrukture, ki naj bi zadovoljevala bodoče prometne potrebe. Med te sodijo tudi ITS sistemi in storitve kot alternativa dodatni infrastrukturi za povečanje kapacitete. Podporo planiranju transportu oz. prometu nudijo tri glavne dejavnosti (slika 3.19):

- upravljanje z informacijami (podatki);
- modeliranje (orodja);
- sprejemanje odločitev (rezultati simulacij).



Slika 3.19: Shema podpore planiranju transporta oz. prometa in možnosti uvajanja ITS

Naloga ITS sistemov pri tej uporabniški storitvi je nujenje podatkov o prometnih tokovih in povpraševanju po prevozi/potovaljih za planiranje prevoznih/potovalnih storitev. Primeri aplikacij osnovanih na ITS podatkih vključujejo tudi:

- trenutne podatke o prometnih tokovih iz sistemov za kontrolo prometa;
- stanje o trenutnem koriščenju prevoznih sredstev iz informacijskih sistemov za javni transport;
- podatke o začetni in končni destinaciji (OD matrika) iz sistemov za pomoč pri izbiri poti (route guidance, npr., Traffic Assist® - LTR sistem v Kaliforniji);
- podatke o izbiri poti iz sistemov za pomoč pri izbiri poti;
- podatke o povpraševanju po potovanjih iz informacijskih sistemov za pred-potovanja;

## **2.2 Upravljanje vzdrževanja infrastrukture** (*Infrastructure maintenance management*):

Ta uporabniška storitev vključuje aplikacije ITS tehnologij vezane za upravljanje s cestno, komunikacijsko in računalniško infrastrukturo. V tej storitvi so vključene:

- upravljanje vzdrževanja cest;
- narava in lokacija cestnih baz in uprav do ITS nadzornih centrov;
- skrb za cestna dela;
- vodenje časovnega plana in plana lokacij za cestna popravila in zapore;
- upravljanje vzdrževanja cestne signalizacije.

## **3.1 Skrb za red in uveljavitev prometnih predpisov** (*Policing/enforcing traffic regulations*):

Ta storitev vključuje uporabo ITS tehnologij za uveljavljanje prometnih predpisov in prometne regulative na način primeren za upravičeno legalno kazen. Primeri vključujejo naslednje:

- kontrolo dostopa;
- zbiranje dokazov (evidenc) za vozila, ki ne upoštevajo prometnih znakov in signalov;
- koriščenje sistema vozil z veliko zasedenostjo (HOV);
- uveljavljanje regulative za parkiranja;
- uveljavljanje mejnih hitrosti;
- uveljavljanje prednosti (npr., rdeča luč);
- detekcija emisij (hrup, izpušni plini)
- avtomatsko določanje karakteristik vozil (npr., dolžino, težo), ko je vozilo v gibanju.

## **4.1 Elektronske finančne transakcije** (*Electronic financial transactions*):

ITS storitev elektronske finančne transakcije pomeni uporabo sistemov elektronskega ali brezgotovinskega plačevanja za transportne namene. Primeri vključujejo:

- pobiranje voznin (npr., javni transport);
- pobiranje pristojbin (npr., parkirna, cestnina, ...);
- plačilo za usluge (npr., dostop do rumenih strani).

## **5.1 Opozarjanje na nevarnost in osebna varnost** (*Emergency notification and personal security*):

Ta storitev aplicira ITS tehnologije za oskrbo osebne varnosti voznikov in avtomatsko opozarjanje na nezgode za voznike privatnih vozil in tovornjakov. Storitve lahko vključuje naslednje:

- avtomatsko opozarjanje trkov vozil;
- avtomatsko opozarjanje na krajo vozila;
- klici v sili na iniciativo uporabnika (e-Call);
- zapenjanje varnostnih pasov;
- opozarjanje na nevarnost tretji osebi.

### **5.2 Upravljanje vozil za nujne vožnje (*Emergency vehicle management*):**

Upravljanje vozil za nujne prevoze vključuje aplikacijo upravljanje s parkom vozil, pomoč za izbiro smeri in tehnike prioritetnega vodenja prometne signalizacije, upravljanje interventnih vozil (npr., gasilska, policijska in ambulante).

### **5.3 Prijava nevarnih materialov in nezgod (*Hazardous materials and incident notification*):**

Ta storitev pokriva ITS tehnologije za oskrbo direktij (agencij) s podatki o naravi, lokaciji in stanju tovorov z nevarnimi snovmi. To olajša uveljavljanje navodil o izbiri poti in učinkovitejši odziv na vsako nezgodo v zvezi s tovorom. Podatki, ki naj bi se posredovali lahko vključujejo naslednje:

- podatki o poti:
  - usmerjanje na poti (*route guidance*);
  - uveljavljanje navodil o izbrani poti (*route enforcement*);
- nezgodni podatki:
  - izdaja navodil voznikom po nezgodi;
  - lokacija vozil;
  - narava nezgode;
  - narava tovara.

### **6.1 Informacije pred potovanji (*Pre-trip information*):**

Naloga te storitve je oskrbovanje z informacijami o modalnem, inter-modalnem in multi-modalnem transportu doma, na delu, hotelih, večjih javnih lokacijah (npr. nakupovalni centri) in na prenosnih terminalih. Vključujejo tudi:

- deljene prevoze kot npr. javni transport po cesti, železnici, zraku, in morju;
- masovni tranzit;
- skupni prevozi z zasebnimi vozili (*car pooling*);
- druge deljene in enakovredne storitve;
- aktualne informacije o stanju cestne mreže;
- informacije o prometni pogojih;
- cestne in vremenske informacije;

- informacije o veljavnih prometnih pravilih in regulativi;
- informacije o pristojbinah.

## **6.2 Informacije voznikom med potovanjem (*On-trip driver information*):**

Ta storitev je mišljena kot oskrbovanje:

- z izbranimi informacijami za distribucijo;
- s prikrojenimi naročniškimi informacijami.

Storitev informacije voznikom (uporabnikom) vključuje pridobivanje informacij za:

- nesreče;
- opcije parkiranje in potovanje (*park-and-ride*);
- parkiranje;
- prevladujoči prometni pogoji;
- vozni redi javnega transporta;
- regulativa;
- cestna dela, planirana in nujna;
- pristojbine;
- vreme;
- obcestni telefoni (obcestne storitve, vključno s telefonskimi celicami).

## **6.3 Osebnostne informacijske storitve (*Personal information services*):**

Ta storitev oskrbuje z informacijami v kontekstu informacij pred- in na- potovanjih. Njena funkcija je tip informacij približno takih kot jih nudijo rumene strani. Informacija je komplementarna s storitvijo #6.2 (Informacije voznikom med potovanjem) in storitvijo #10.3 (Informacije med potovanjem z javnim transportom). Primeri tipa informacij so naslednji:

- avto servisi;
- lokacija bencinskih črpalk in informacije;
- lokacija bolnic in informacije;
- lokacije hotelov in razpolaganje;
- lokacije restavracij in informacije;
- rezervacije;
- splošne turistične informacije (npr., zanimive točke, parki, ure odprtja);
- postajališča tovornjakov in vzdrževalne možnosti in storitve.

## **6.4 Pomoč pri izbiri poti in navigacija (*Route guidance and navigation*):**

Ta uporabniška storitev nudi informacije o kraju in/ali informacije posameznemu uporabniku o optimalni izbiri poti za določene destinacije. Primeri vključujejo naslednje aplikacije:

- avtonomna navigacija osnovana na preteklih (*historical*) podatkih glede informacij o cestni mreži in javnem transportu;



- dinamična pomoč za izbiro smeri osnovana na informacijah v realnem času o stanju cestne mreže in javnega transporta;
- dvo-modna pomoč za izbiro smeri z možnostjo izbire bodisi dinamičnega ali avtonomnega načina delovanja;
- planiranje multi-modalnega potovanja, vključno z možnostmi zamenjave.

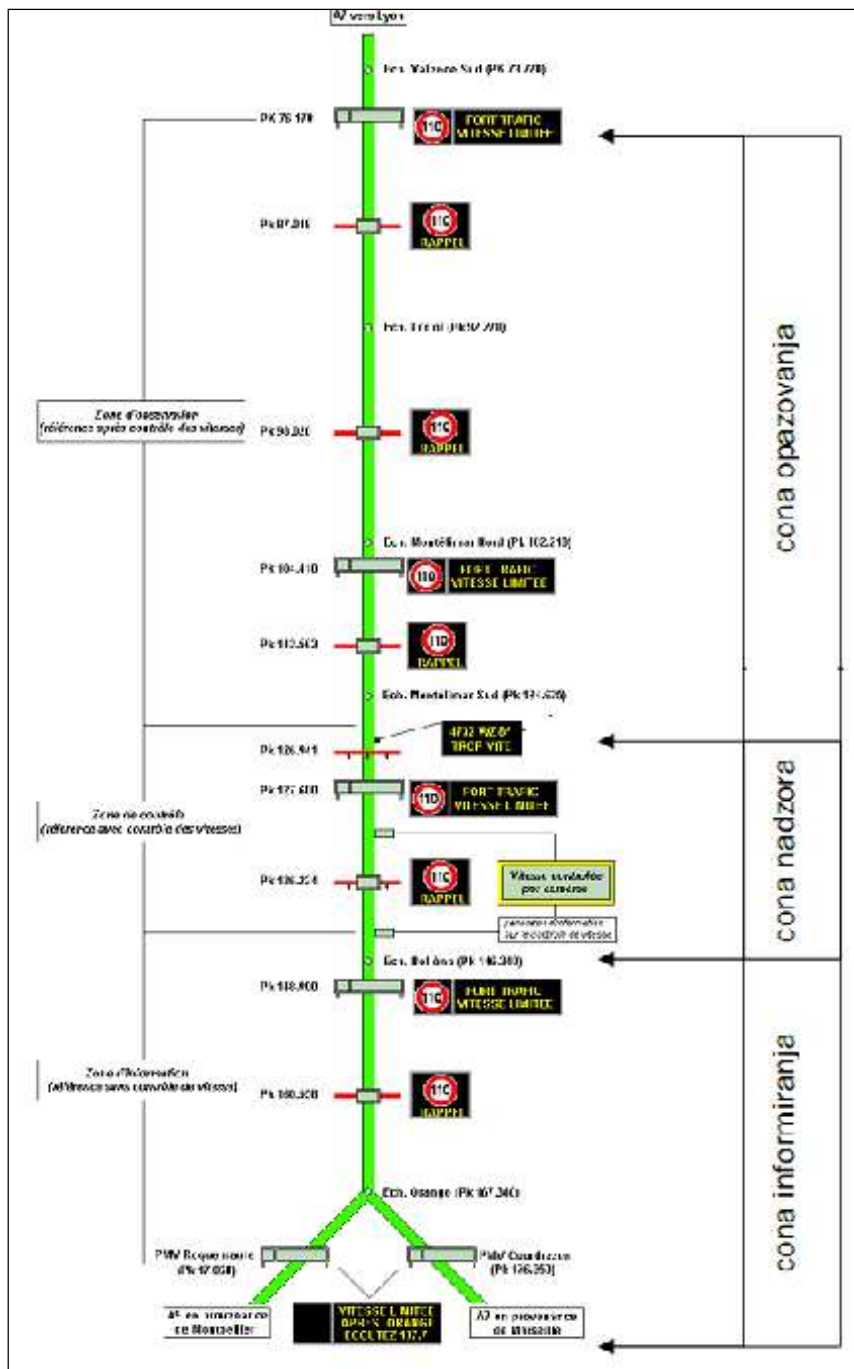
Najboljše opcije potovalnih poti se lahko izračunajo z upoštevanjem informacij o prometni mreži in javnem transportu, kakor tudi multi-modalne opcije (npr. parkiraj in pelji).

Ta storitev vključuje tudi oskrbo pomoči za izbiro poti za pešce, kolesarje in motoriste.

### **7.1 Kontrola prometa (*Traffic control*):**

Naloga storitve Kontrola prometa pokriva upravljanje in kontrolo prometnih tokov s pomočjo ITS tehnologij. Vključuje naslednje:

- adaptivno kontrolo prometne signalizacije (npr., zeleni val za vsa vozila, prioritetna vožnja za izbrana vozila – javni transport, reševalna vozila);
- usmerjanje s pomočjo obcestne spremenljive signalizacije;
- izvajanje v naprej definiranih strategij vodenja prometa;
- integracija medmestne in mestne kontrole prometa;
- meritve na vhidih/izhodih HC/AC cest;
- pomoč pri izbiri poti integrirano s kontrolo prometa;
- kontrolo hitrosti (stacionarni nadzor, mobilni video nadzor, umirjanje prometa s pomočjo opozoril – dva pristopa: prikazovalniki hitrosti, sistem avtomatskega branja registrskih tablic (slika 3.20);
- kontrolo prometnega toka v valih (*tidal flow*), npr., kontrola smeri vožnje na voznem pasu (*directional lane control*, npr., talna signalizacija s pomočjo LED).



Slika 3.20: Primer prikazovalnika hitrosti z vgrajenim merilnikom hitrosti (vir: ASFA, Francija)

## 7.2 Upravljanje z incidenti (Incident management):

Po definiciji je izreden dogodek na cesti nepovraten dogodek, ki povzroči zmanjšanje kapacitete ceste. Ponovno povečanje kapacitete ceste je mogoče z zaznavanjem pojava izrednih dogodkov na cesti in ustreznimi ukrepi upravljanja prometa.

Izredne dogodke na cesti delimo v dve skupini :

- nepredvidljivi:

- nasproti vozeča vozila;
- prometne nesreče (imajo največji negativen vpliv na promet);
- prevrnjeno tovorno vozilo;
- zaradi mehanske okvare ustavljeno vozilo;
- poplavljenno vozišče;
- kolona vozil, zastoj;
- izginotje cestnega telesa zaradi plaz.

Takih dogodkov na cesti ni mogoče v naprej napovedati, zato je za učinkovito ukrepanje potrebno takojšnje zaznavanje (detekcija) njihovega pojava.

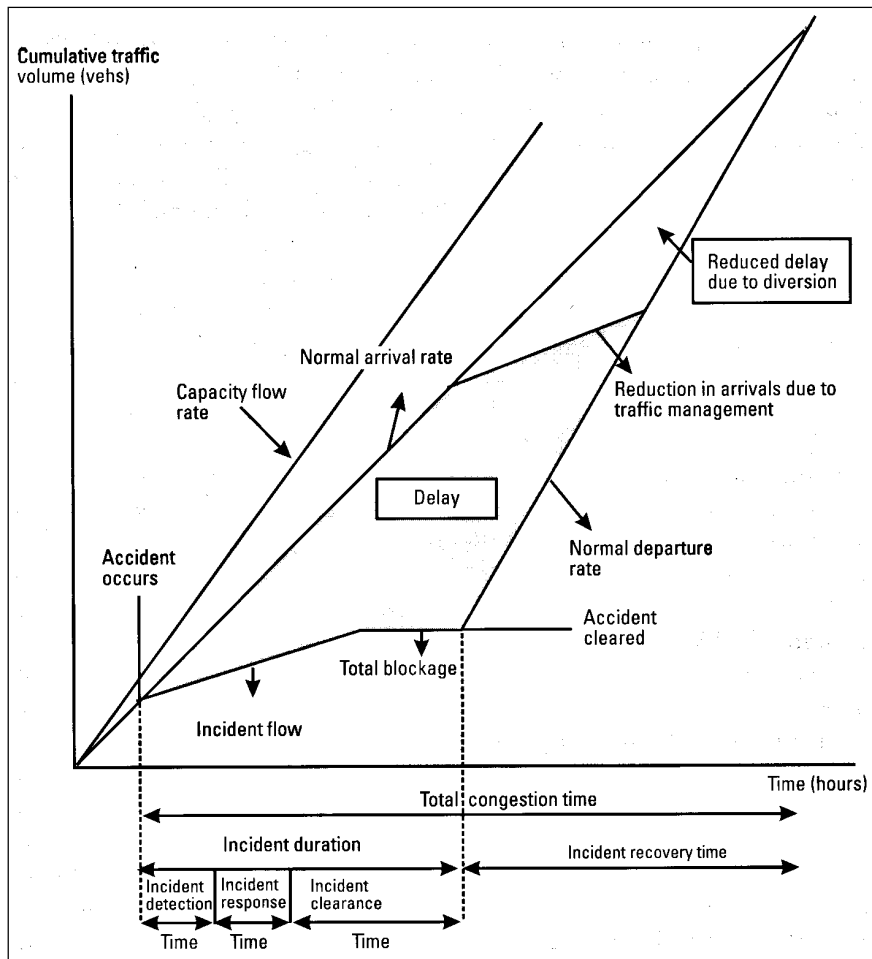
- predvidljivi:
  - delo na cesti;
  - zapora na cesti zaradi določenega vzroka ( npr. prevoz izrednega tovora, športna prireditev,...).

Ti dogodki so v naprej predvideni in je potrebno izdelati natančen plan ukrepov, ki se izvrši ob nastopu dogodka.

Glavni cilji upravljanja prometa v primeru pojava izrednih dogodkov na cesti :

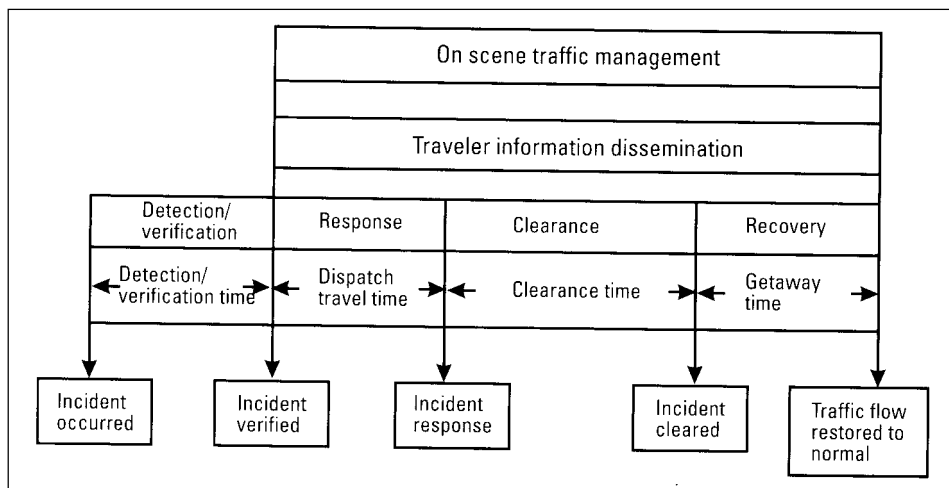
- preprečitev nastanka sekundarnih izrednih dogodkov (npr. nalet);
- zmanjšanje števila ponesrečencev v prometu in materialnih škod (pravočasno obveščanje voznikov o izrednem dogodku na cesti);
- zagotavljanje varnosti reševalcev (z ustreznimi ukrepi upravljanja prometa se reševalnim vozilom omogoči hitrejši dostop do lokacije);
- preprečitev nastanka zastojev (z ustreznim upravljanem prometa je mogoče preprečiti nastanek zastojev in stabilizirati prometni tok do mere, ki jo dopuščajo pogoji ob nastanku dogodka).

Kumulativen (skupni) prometni pretok je število vseh vozil, ki prevozijo določen presek ceste v nekem časovnem intervalu (slika 3.21).

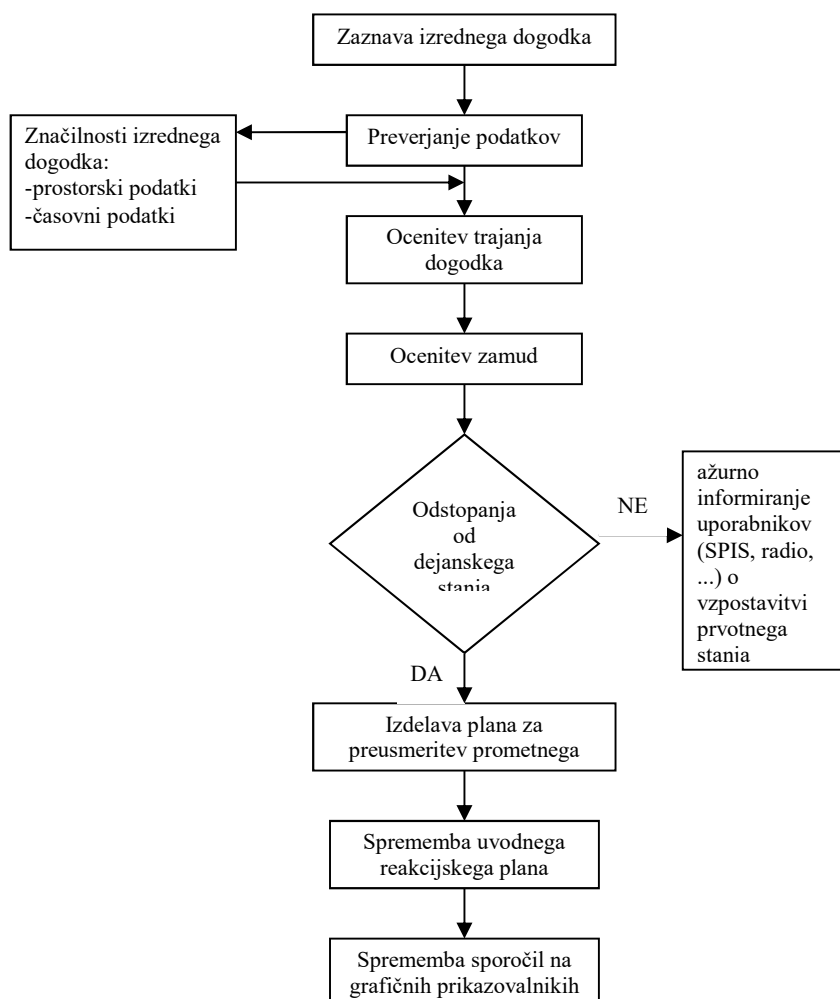


Slika 3.21: Odvisnost med kumulativnim prometnim tokom, trajanjem izrednega dogodka na cesti in zamudami

Upravljanje incidentov je koordinacija aktivnosti ene ali več agencij (služb), da se vzpostavi prometni tok v normalne pogoje po nastopi incidenta. Dobro organizirana in koordinirana reševalna operacija zmanjša stroške incident v smislu zamud in trošenja goriva. S tovrstnimi programi upravljanja z incidenti, namensko pripravljenih za upravljanje z incidenti in lajšanje nezgodnih zastojev, je opremljeno že veliko mest in cestnih nadzornih centrov. Proces upravljanja incidentov se sestoji iz štirih sekvenčnih faz (slika 3.22): zaznava/verifikacija (*detection/verification*) incidenta odziv (*response*) na incident, odstranjevanje incidenta (*clearance*) in ponovna vzpostavitev (*recovery*).



Slika 3.22: Faze v procesu upravljanja z incidenti



Slika 3.23: Potek ukrepov v procesu upravljanja incidentov

Storitev 'Upravljanje nezgod' omogoča sposobnost detekcije in odziva na različne incidente na transportni mreži. Primeri funkcij upravljanja nezgod vključujejo naslednje:

- predvidevanja (slutnje) in preventiva;

- detekcija in prognoza;
- monitoriranje;
- upravljanje v primeru katastrof (potresi, plazovi, poplave, vojna);
- po-nezgodno upravljanje;
- iniciativa odziva;
- verifikacija incidenta:  
(Opomba: Po vsej verjetnosti 'Upravljanje v primeru katastrof' naj bi postalo samostojna uporabniška storitev.)

### **7.3 Upravljanje s povpraševanji po prevozih (*Demand management*):**

Storitvena dejavnost upravljanja s povpraševanji vključuje razvoj in uvajanje upravljalških in kontrolnih strategij, ki posegajo v domeno povpraševanj po prevozih in potovanjih. Sistem mora preskrbeti informacije, ki vplivajo na odločitev potnikov glede na različne aspekte njihovih potovanj, npr., gostoto prometa, uporabo javnega transporta, uporabo voznega parka, prevoznin, cestnin, itd. Te strategije vplivajo na celoten nivo povpraševanj za prevoze in potovanja ob različnih časih dneva in za različne načine (mode) prevozov in to z vodenjem cenovne politike, s kontrolo dostopa v področje ali z vstopno regulativo v določeno območje (cono). Funkcije vključujejo:

- kontrolo dostopov;
- politiko cen vezane za onesnaževanje zraka v določenem območju;
- določanje cen v pogojih prometa z zastoji;
- upravljanje sistema vozil z veliko zasedenostjo HOV (*High Occupancy Vehicles*);
- upravljanje s cenami za parkiranje;
- upravljanje s cenami javnega transporta.

Kontrola dostopa je orodje za upravljanje prometa v okviru prometne politike s katerim se kontrolira in omejuje dostop določenim vozilom v določeno območje v določenem časovnem obdobju. ....

### **7.4 Povečanje varnosti za ranljive uporabnike cest (*Safety enhancement for VRUusers*):**

Ta uporabniška storitev pokriva aplikacije ITS tehnologij za povečanje varnosti nezaščitenih skupin uporabnikov cest vključno ekip za vzdrževanje cest in starejših ter invalidnih oseb. K tem grupam sodijo tudi:

- motoristi;
- kolesarji;
- pešci.

Med ukrepe za povečanje varnosti lahko vključujejo tudi:

- pametna križišča za pešce (npr., podaljšani čas prehoda za invalidne);
- sistemi za hitrostna opozarjanja;
- detekcija prisotnosti vozil;

- avtomatska opozorila voznikom s strani ranljivih uporabnikov cest (npr., prisotnost vozička za invalide).

### **7.5 Inteligentna križišča** (*Intelligent junctions and links*):

Ta usluga pokriva aplikacije ITS tehnologij za sisteme detekcije in opozarjanja na križiščih, vključno z modalnim, inter-modalnim in multi-modalnim transportom, kontroliranih oboje, signalno in prioritarno.

### **8.1 Povečanje vidljivosti** (*Vision enhancement*):

Cilj te storitve je ITS tehnološka aplikacija za povečanje voznikovega zaznavanja z uporabo opreme znotraj vozila.

### **8.2 Avtomatska vožnja** (*Automated vehicle operation*):

Ta storitev vključuje aplikacije ITS tehnologij za popolno avtomatizacijo procesov vožnje in ustvarjanje 'roke stran' (*hands-off*) voznih navad. Primeri vključujejo naslednje:

- avtomatsko ohranjanje voznega pasu;
- avtomatsko parkiranje;
- avtomatska vožnje v konvojih (*vehicle platooning*);
- zelo počasna kontrola potovalne hitrosti (počasno premikanje).

### **8.3 Izogibanje vzdolžnih trkov** (*Longitudinal collision avoidance*):

Izogibanje vzdolžnih trkov vključuje uporabo senzorjev in kontrolnih sistemov za detekcijo potencialnih možnosti trkov, bodisi z opozorili vozniku, da kaj ukrene ali bodisi z avtomatskim vključenjem sistema za izogibanje trkov. V tej storitvi so vključeni tudi sistemi za detekcijo ovir.

### **8.4 Izogibanje prečnih trkov** (*Lateral collision avoidance*):

Izogibanje prečnih trkov je uporaba sistemov (npr. senzorjev in kontrolnih sistemov) za detekcijo potencialnih nevarnosti, ki se lahko zgodijo pri ohranjanju voznega pasu, zamenjave voznega pasu, vstop in izstop cest, ki dovoljujejo veliko hitrost in prehitevanjih. To je lahko izvedeno z opozorili vozniku za hitro ukrepanje ali avtomatski pričetek manevrov v izogib trkov.

### **8.5 Varnostna prisebnost** (*Safety readiness*):

Varnostna prisebnost je uporaba sistemov za detekcijo in sistemov za opozarjanje za oba, voznika in vozilo. Primeri vključujejo naslednje:

- nadzorovanje (monitoring) kritičnih komponent;
- nadzor voznikove budnosti;

- temperatura motorja;
- tlak olja;
- nadzorovanje cestnih pogojev.

### **8.6 Ublažitev posledic pred trki (*Pre-crash restraint deployment*):**

Ta storitev uporablja ITS tehnologije za določanje hitrosti, teže in smeri vozil in objektov vpletenih v potencialnem trku in število, lokacijo in glavne fizikalne karakteristike potnikov. Sistem uporablja te podatke za določitev odzivne strategije, ki lahko vključuje naslednje elemente:

- priprava na sprožitev in uporabo zračnih blazin;
- uporaba prečnih sistemov zaščite;
- uporaba drogov za zaščito pri prevrnitvi;
- pripenjanje varnostnih pasov.

### **9.1 Avtomatizacija regulatornih podatkov o vozilu in tovoru (*Commercial vehicle preclearance*):**

Avtomatizacija regulatornih podatkov o vozilu (vključuje avtobuse) in tovoru omogoča avtomatsko (elektronsko) preverjanje vseh, s predpisi zahtevanih podatkov o vožnji (tahograf, informacije tovoru, stanje varnosti in teže pri normalnih cestnih hitrostih). Glavni namen je kontrola varnosti z minimalnimi motnjami za potovanje vozil in za prometne tokove. Tudi elektronski pretok (*paper-free*) informacij vezanih za fizični pretok blaga (*e-Freight*).

### **9.2 Administrativni procesi za komercialna vozila (*Commercial vehicle administrative processes*):**

Ta storitev je komplementarna predhodni ITS storitvi #9.1. Omogoča tovarnjakarjem in špediterjem nakup letnih in 'ad hoc' poverilnic z uporabo komunikacijskih in računalniških tehnologij.

### **9.3 Avtomatska obcestna varnostna kontrola (*Automated roadside safety inspection*):**

Avtomatski obcestni varnostni nadzor je uporaba ITS sistemov, ki omogočajo obcestni dostop do dokumentov, ki zadevajo varnostne aspekte kamionskih špediterjev, vozil in voznikov. Ta storitev ojača obstoječi sistem naključnih pregledov s tem, da inšpektorjem omogoča enostaven vpogled tekočih podatkov relevantnih za namen pregleda.

### **9.4 Nadzor stanja varnosti v/na komercialnih vozilih (*Commercial vehicles on-board safety monitoring*):**

Ta storitev pokriva uporabo v/na vozilo vgrajene sisteme za nadzor stanje varnosti komercialnih vozil, voznikov komercialnih vozil in tovora med celotnim potekom potovanja. To lahko vključuje detekcijo in zbiranje podatkov o naslednjem:



- zavorah;
- budnost voznika;
- čas potovanja;
- žaromete in druge luči;
- premikanje tovora;
- gume.

Ustrezni alarm se lahko privede obema, vozniku in/ali oddaljeni opremi za zaznavanje (monitoring).

### **9.5 Upravljanje s flotami komercialnih vozil (*Commercial vehicle fleet management*):**

Na multi-modalnem nivoju upravljanje komercialnega voznega parka vključuje sisteme upravljanja za logistiko in tovore. Pokriva tudi uporabo avtomatske lokacije vozil (*Automatic vehicle location – AVL*) in komunikacije vozilo-kontrolni center za posredovanje lokacije vozila in druge statusne informacije operaterjem voznih parkov. To omogoča tudi uporabo dinamičnih dispečerskih sistemov za izboljšanje učinkovitosti procesa upravljanja parka. Ta storitev vključuje tudi:

- informacije pred potovanjem;
- stanje intermodalnih postaj.

### **10.1 Upravljanje z javnim transportom (*Public transport management*):**

Ta storitev vključuje aplikacije ITS tehnologij za delovanje, planiranje in upravljanje operacij javnega transporta. Storitve zagotavlja informacije v realnem času o lokaciji vozil in statusu, odstopanj odhodov od planskih voznih razporedov in dinamično prerazporejanje voznih planov. Storitve vključuje tudi zaznavanje statusa vozila javnega transporta kot npr., število potnikov, delovanje motorja, tlak v pnevmatika ipd. Vključuje tudi uporabo multi-modalnih sistemov.

### **10.2 Upravljanje s povpraševanju odzivih o prevoznih storitvah v javnem transportu (*Demand-responsive public transport management*):**

Ta storitev pokriva preskrbo transportnih storitev na zahteve povpraševanj posameznih uporabnikov (potnikov). To kliče po ti. povpraševanju-odzivnih (*demand-responsive*) prevoznih storitvah. Tipično, potniki lahko zahtevajo storitve z določenimi destinacijami in katerih koli posebnih potrebah kot npr. otroški voziček, dvigalu za invalidne vozičke, ipd. Vozila, ki krijejo določen koridor ali območje, se napotijo k potniku via dispečerskega sistema. Vozni park javnega transporta angažiran v nudenju te storitve lahko vključuje avtobuse, kombi vozila in taksije.

Ta storitev se lahko odziva tudi na potrebe vozačev (*commuters*) z oskrbo ekonomsko upravičenih so-prevozov (*shared transport*) kot alternativa osebnim vozilom z enim samim potnikom, kakor tudi potrebam določenih skupin kot npr., starejših ali invalidnih občanov.

### **10.3 Upravljanje s so-prevozi (*Shared transport management*):**

Upravljanje s so-prevozi oskrbuje v realnem času z uslugami seznanjanja uporabnikov z enakimi potrebami po prevozih od doma, do pisarn ali do drugih lokacij.

#### **10.4 Informacije med potovanjem z javnim transportom (*On-trip public transport information*):**

Storitev informacije med potovanjem z javnim transportom je potnikom nudena potem, ko se je potovanje pričelo. Primeri vključujejo naslednje:

- info-terminali na mestih ustavljanja avtobusov;
- info-terminali na avtobusnih in železniških postajah, parkiriščih;
- info-terminali na večjih javnih prostorih;
- info-terminali na prestopnih postajah;
- info-zaslone v vozilih;
- prenosljivi osebni terminali.

Vsebina informacij lahko vključuje:

- informacije o mestu vkrcanja;
- informacije o cenah prevozov;
- možnosti prestopov;
- izbire poti;
- čas naslednje storitve;
- mesto izstopanja.

Ta storitev je komplementarna s storitvijo #6.2 (Informacije voznikom med potovanjem).

#### **10.5 Varnost v javnem prometu (*Public travel security*):**

Storitev varnost javnega prometa vključuje sisteme za nadzor in monitoring:

- objektov in naprav javnega transporta;
- parkirišč;
- v vozilih javnega transporta.

Sistemi so lahko avtomatski, sproženi ročno ali taki, ki pošiljajo opozorilne signale, ko se uresničijo posebni pogoji. Ta storitev vključuje tudi uporabo varnostnih sistemov razvitih za zaščito operaterjev javnih vozil.

## **LITERATURA:**

1. [d02], EU ITS Framework Architecture - *A List of European ITS User Needs*, Deliverable D2.02, Issue 1 (V4), Jesty P.H. et al. (August 2000);  
<http://www.frame-online.net/top-menu/library/documents-and-reports/european-its-framework-architecture.html>

2. ITS User Services Document, FHWA and US DOT, jan. 2005;
3. SITSA-C Slovenska ITS arhitektura- modul Ceste, FGG PTI, Ljubljana, december 2005;
4. [d01] CONVERGE System Architecture, '*Guidelines for the Development and Assessment of Intelligent Transport System Architectures*', Jesty P.H. et all., Deliverable DSA2.3 (1998), št. str. 165;
5. [d1] Functional Architecture – Main document, D3.1, EU ITS Framework Architecture, authors Bossom R. et all (March 2002);
6. [d2] *Physical Architecture* – Main document, D3.2, EU ITS Framework Architecture, Bossom R. et all (August 2000);
7. [d3] Communication Architecture – Main document, D3.3, EU ITS Framework Architecture, authors Bossom R. et all (August 2000);
8. [d5] European ITS Framework Architecture - *Overview*, D3.6, I-1, Bossom R. et all, (August 2000), št. str. 54;
9. [d6.1] Trace Tables Overview, EU ITS Framework Architecture, Deliverable D3.6, Annex 1, main author Bossom R. et all, (March 2002);
10. [d7] Models of Intelligent Transport Systems, EU ITS Framework Architecture, Deliverable D3.7-Issue 1, main author Jesty P.H. (August 2000);
11. [d8] Deployment approach and scenarios, D4.2-Issue 1, main author Gaillet J-F, ERTICO (2000);

## PRILOGA 1:

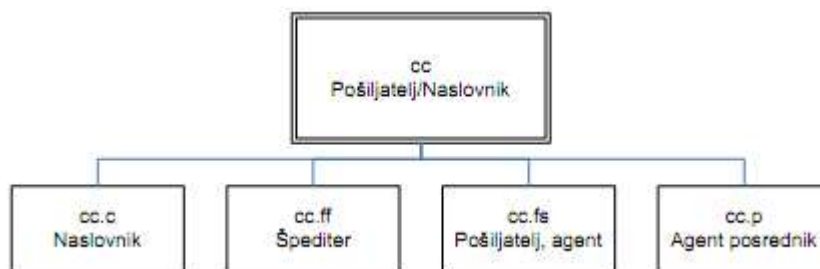
### Terminatorji in akterji

Terminator predstavlja povezavo med ITS okvirno arhitekturo in zunanjim svetom. Podaja definicijo o tem 'kaj' funkcionalnost v arhitekturi pričakuje od zunanjega sveta da stori, katere podatke ji mora posredovati in katere podatke mu arhitektura mora posredovati. Terminator je lahko neka oseba, sistem ali fizična entiteta od katere se lahko pridobi podatke kot na primer vremenske podatke 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 strogo definiran z opisom v *'shall'* jeziku. Terminatorji povezujejo obe, funkcionalno in fizično arhitekturo. Seznam terminatorjev ITS EU okvirne arhitekture je podan v tabeli 1.

Tabela 1: 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	več-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

Terminatorji so potrebni pri načrtovanju meja Sistema za razumevanje kaj stoji 'znotraj' in kaj 'zunaj' Sistema. V opisih terminatorjev 'Sistem' (napisan z veliko začetnico) predstavlja realizacijo ITS arhitekture v obliki sistema oz. poljubnega podsistema. Opisi terminatorjev so podani v dokumentu projekta Frame, D3.1 *Main Document* [d1]. Posamezni terminatorji imajo lahko tudi več pod-terminatorjev. Na primer terminator 'cc' ('pošiljatelj/naslovník') ima naslednje pod-terminatorje (slika 1): 'cc.c' (*consignee* - 'naslovník'), 'cc.ff' (*freight forwarder* - 'špediter'), 'cc.fs' (*freight shipper* - 'pošiljatelj agent'), 'cc-p' (*principal* - 'agent posrednik').



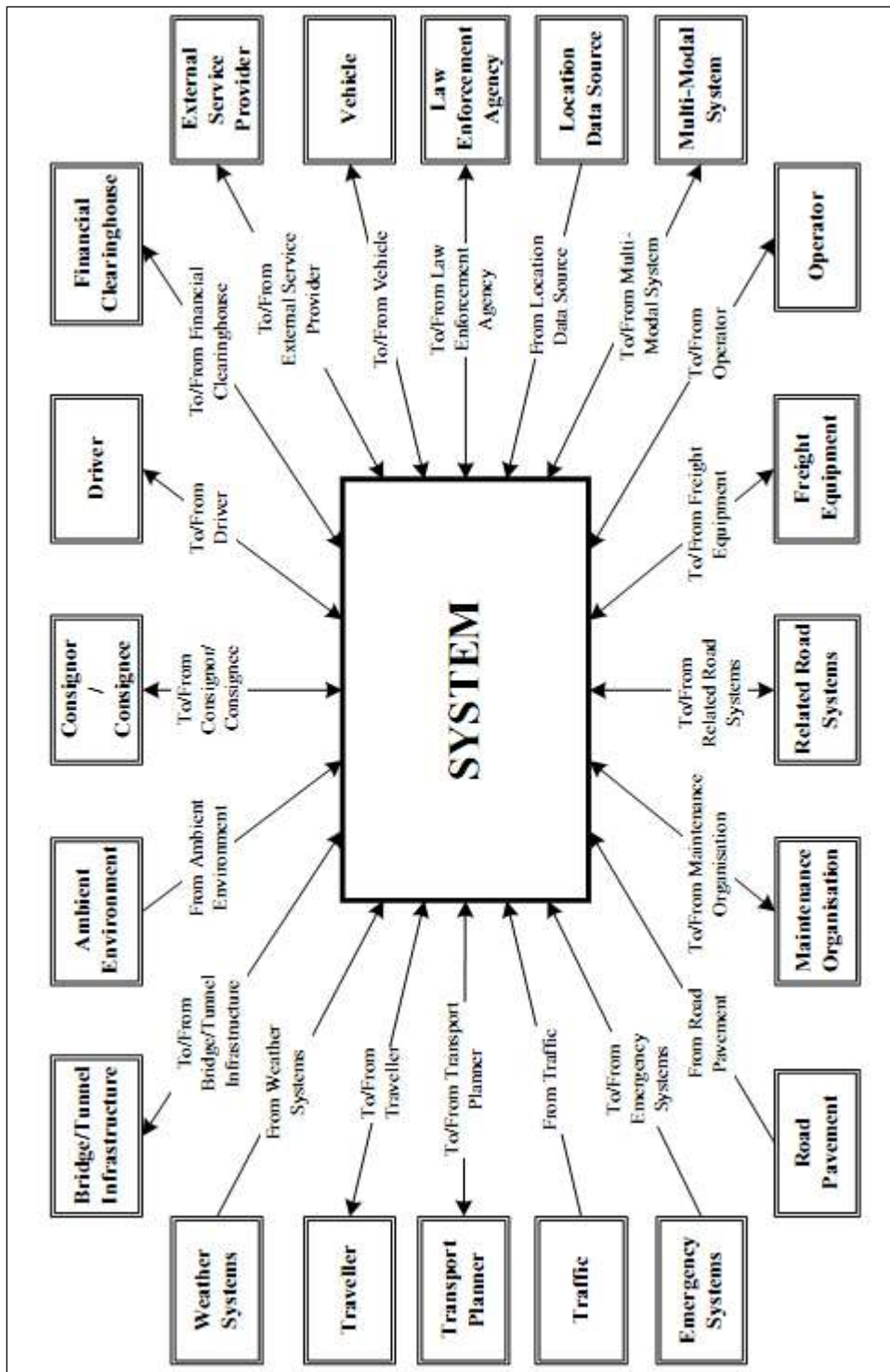
Slika 1: Pod-terminatorji terminatorja 'pošiljatelj/naslovnik'

Vsak terminator (in pod-terminator) ima svoj akronim. Način kako se akronim pripisuje je podan v tabeli 2 za prve tri terminatorje. Tabela akronimov za vse terminatorje je podana v Tabeli 1.

Tabela 2: Način pripisovanja akronimov za terminatorje

ime terminatorja	ime pod-terminatorja	akronim
ambient environment		ae
bridge/tunnel infrastructure		bti
consignor/consignee		cc
	freight shipper	cc.fs
	principal	cc.p

Povezave z 20 terminatorji in sistemom se prikaže na kontekstnem diagramu (*Context diagram*), slika 2. Vsak terminator s sistemom povezuje pretok podatkov (*Data flow*).



Slika 2: Kontekstni diagram FRAME arhitekture