

Značajke regionalne arhitekture inteligentnih transportnih sustava

Bišćan, Filip

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:015999>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-17**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Filip Bišćan

**ZAHTJEVI REGIONALNE ARHITEKTURE INTELIGENTNIH
TRANSPORTNIH SUSTAVA**

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 13. svibnja 2021.

Zavod: **Zavod za inteligentne transportne sustave**
Predmet: **Arhitektura inteligentnih transportnih sustava**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 6235

Pristupnik: **Filip Biščan (0135250019)**
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**
Smjer: **Inteligentni transportni sustavi**

Zadatak: **Značajke regionalne arhitekture inteligentnih transportnih sustava**

Opis zadatka:

U ovom završnom radu definirat će se pojam inteligentnih transportnih sustava, te potreba za izradom ITS arhitekture. Također, analizirat će se i mogućnost izrade i implementacije regionalne ITS arhitekture na temelju prepoznatih interesnih skupina postojećih regionalnih ITS arhitekture.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

doc. dr. sc. Miroslav Vujić

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**ZAHTJEVI REGIONALNE ARHITEKTURE INTELIGENTNIH
TRANSPORTNIH SUSTAVA**

**REQUIREMENTS OF REGIONAL INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS
ARCHITECTURE**

Mentor: doc.dr.sc. Miroslav Vujić

Student: Filip Bišćan

JMBAG: 0135250019

Zagreb, kolovoz 2021.

SAŽETAK

U ovome završnom radu opisuje se važnost regionalne arhitekture kao i primjeri te dionici koji koriste cijeli napredni prometni sustav. Predstavljena je osnovna definicija arhitekture inteligentnih transportnih sustava (ITS) i konkretno se opisuje važnost iste, te korisnički zahtjevi jer bez njih se ona ni ne može početi graditi. Navedena je i podjela ITS arhitekture, metodologija te njezini tipovi i razine. Sama regionalna arhitektura je opisana kroz njezine početke, korisničke zahtjeve i alate koji omogućuju lakši razvoj i pomažu pri implementaciji. Uz to su navedeni dionici u pojedinim gradovima/regijama te dijelom u Republici Hrvatskoj jer je njihovo prepoznavanje i odabir izrazito bitan. Na kraju su predstavljeni primjeri postojećih regionalnih ITS arhitektura u svijetu koji zahtijevaju konstantno prilagođavanje novim izazovima modernog prometnog sustava.

Ključne riječi: ITS, regionalna arhitektura, korisnički zahtjevi, dionici

SUMMARY

This paper describes the importance of regional architecture as well as examples and stakeholders that use the entire advanced transport system. The basic definition of intelligent transport systems (ITS) architecture is presented and the importance of the same is described, as well as user requirements, because without them it cannot even begin to be built. The division of ITS architecture, methodology and its types and levels are also mentioned. The regional architecture itself is described through its beginnings, user requirements, and tools that facilitate development and assist in implementation. In addition, stakeholders are listed in individual cities/regions and partly in the Republic of Croatia because their recognition and selection is extremely important. Finally, examples of existing regional ITS architecture in the world are presented, which require constant adaptation to the new challenges of the modern transport system.

Key words: ITS, regional architecture, user requirements, stakeholders

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
2.	DEFINICIJA ITS ARHITEKTURE.....	2
2.1	Podjela ITS arhitekture	3
2.1.1	Fizička ITS arhitektura	4
2.1.2	Logička ITS arhitektura	4
2.1.3	Komunikacijska ITS arhitektura	5
2.2	Razine ITS arhitekture.....	6
2.3	Tipovi ITS arhitekture.....	7
2.4	Svjetske okvirne ITS arhitekture.....	7
2.5	Evaluacija ITS sustava	10
3.	REGIONALNA ITS ARHITEKTURA	12
3.1	Tijek razvoja regionalne ITS arhitekture	12
3.2	Identifikacija dionika (stakeholdera)	13
3.3	Korisnički zahtjevi	13
3.3.1	Proces otkrivanja korisničkih zahtjeva	13
3.3.2	Vrste korisničkih zahtjeva	15
3.3.3	Analiza korisničkih zahtjeva	15
3.3.4	Praćenje korisničkih zahtjeva.....	16
3.4	Operativni koncept	17
3.5	Funkcionalni zahtjevi regionalne ITS arhitekture	18
4.	INTERESNE SKUPINE REGIONALNIH ITS ARHITEKTURA	19
4.1	Malezija	22
4.2	Kolumbija	22
4.3	Ključni dionici razvoja ITS-a u RH	23
5.	PRIMJERI REGIONALNIH ITS ARHITEKTURA	26
5.1	Rio de Janeiro	26
5.2	El Paso, Teksas.....	27
5.3	Florida, Sjedinjene Američke Države	28
5.4	Bloomington/Monroe Country	28
5.5	Kanada	29
6.	ZAKLJUČAK.....	30

LITERATURA	31
POPIS SLIKA.....	33

1. UVOD

Inteligentni transportni sustavi (ITS) obuhvaćaju metode i tehnologije koje znatno poboljšavaju kvalitetu postojećeg prometnog sustava u svijetu. Današnji svijet te osobito gradovi se svakodnevno susreću sa zagađenjem okoliša, rastom populacije, emisijom ispušnih plinova, prometnim zagušenjima, bukom, nedostatkom prometne i cestovne infrastrukture, prometnim nesrećama te još mnogo drugih čimbenika koje traže vrlo veliku te neprestanu pažnju i potrebu za nadogradnjom i poboljšanjem. ITS najviše dolazi do utjecaja ako se nije u mogućnosti napraviti te nadograditi nova infrastruktura koja bi riješila nastali problem. ITS se vodi kao vodeća prometna grana koja nastoji izaći u susret takvim problemima i osigurati rješenja nastalih korisničkih zahtjeva. Velik je broj projekata u Europi te u svijetu koji potiču implementaciju inteligentnih transportnih sustava, ali razvoj toga je nemoguće kvalitetno napraviti bez definiranja arhitekture ITS-a. Ključan razlog zbog kojeg se primjenjuje arhitektura u prometnim sustavima je zbog kompleksnih sustava koje treba gledati s više stajališta. Za njen razvoj, potrebno je prvo definirati korisničke zahtjeve, jer će baš oni koristiti taj sustav. Arhitektura se dijeli na fizičku, logičku te komunikacijsku, a tri osnovna tipa su okvirna, obavezna i servisna.

Ovaj rad je podijeljen u 6 poglavlja:

1. Uvod,
2. Definicija ITS arhitekture,
3. Regionalna ITS arhitektura,
4. Interesne skupine regionalnih ITS arhitektura,
5. Primjeri regionalnih ITS arhitektura u EU,
6. Zaključak.

Poslije uvodnog poglavlja, drugo opisuje ITS arhitekturu zajedno sa njenom svrhom, djelovanjem te važnosti i ulogom. Navedeno je od čega se sastoji, njezina metodologija te evaluacija arhitekture nakon implementacije kao i njene podjele.

Treće poglavlje prikazuje i opisuje regionalnu ITS arhitekturu. Govori se o samim počecima, za što služi, kako se izrađuje i što joj je sve potrebno te koliko su važni korisnički i funkcionalni zahtjevi za nju. Nabrojani su i alati koji pomažu samoj izradi arhitekture.

Četvrto poglavlje prikazuje i opisuje dionike koji su potrebni u stvaranju arhitekture ITS-a u svijetu te na regionalnoj razini. Uglavnom se oni ponavljaju te su slični, ali nisu za sve regije te gradove svijeta jednaki nego se razlikuju ovisno o zahtjevima dionika za pojedinu arhitekturu.

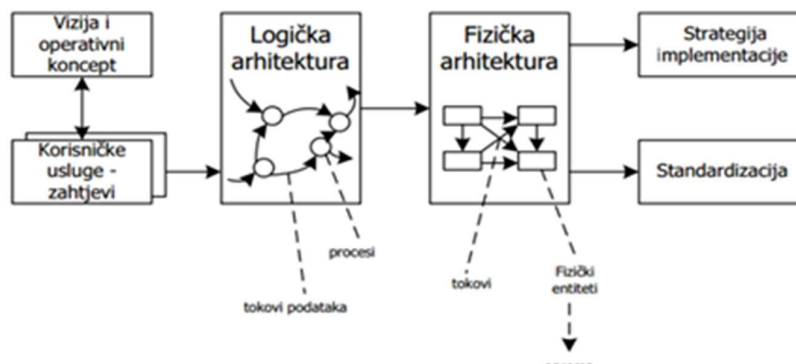
U petom poglavlju predstavljani su postojeći primjeri regionalnih ITS arhitektura u svijetu, te njihovu važnost i ulogu u razvoju prometnog sustava određene regije.

Šesto poglavlje je zaključak koji se odnosi na cjelokupan rad te se donosi konačno mišljenje autora o temi završnog rada.

2. DEFINICIJA ITS ARHITEKTURE

ITS se može definirati kao holistička, upravljačka i informacijsko-komunikacijska nadogradnja klasičnog sustava prometa i transporta kojim se postiže znatno poboljšanje performansi, odvijanje prometa, učinkovitiji transport putnika i roba, poboljšanje sigurnosti u prometu, udobnosti i zaštita putnika, manja onečišćenja okoliša, itd.[1].

Arhitektura predstavlja temeljnu organizaciju sustava koja sadrži ključne komponente, njihove odnose i veze prema okolini te načela njihova dizajniranja i razvoja promatrajući cijeli životni ciklus sustava [1]. Početni koraci u razvoju arhitekture (Slika 1.) su definiranje potreba tj. definiranje zahtjeva korisnika/interesnih skupina (engl. *stakeholders*) te definiranje funkcija neophodnih za zadovoljenje zahtjeva [2].



Slika 1. Tijek razvoja ITS arhitekture.

Izvor: [1].

Osnovne postavke razvoja arhitekture sustava su [3]:

- Sustav se sastoji od podsustava,
- Sustav se nalazi u svom okruženju,
- Sustav ima jednu ili više interesnih skupina,
- Sustav postoji radi ispunjenja zahtjeva,
- Sustav se može promatrati s različitih aspekata: funkcionalnog, fizičkog, informacijskog i komunikacijskog.

Razlozi razvoja arhitekture su [3]:

- Jasno i jednoznačno definiranje zahtjeva interesnih skupina,
- Uređenje osnovne baze podataka međunarodnog obilježja,
- Smanjenje troškova vezanih za razvoj i primjenu ITS-a,

- Djelotvoran razvoj integriranih sustava.

Uzimajući u obzir korisničke zahtjeve, potrebno se pridržavati načela “dobre arhitekture” [2]:

1. Konzistentnost – uz djelomično znanje sustava moguće je predvidjeti ostatak,
2. Ortogonalnost – međusobno neovisne funkcije su odvojene u specifikaciji,
3. Umjesnost – dobra arhitektura ne sadrži uporabne funkcije,
4. Transparentnost – definirane funkcije moraju biti jasne korisnicima,
5. Općenitost – funkcije se mogu višestruko koristiti,
6. Otvorenost – mogućnost drugačijeg korištenja
7. Kompletnost – visoka razina zadovoljenja potreba korisnika uz postojeća ograničenja.

ITS arhitektura osigurava sustavni mehanizam za ostvarivanje ciljeva i zahtjeva svih sudionika, bilo javne uprave, operatora prijevoza, ITS proizvođača ili krajnjih korisnika. U slučaju nedostatka pravilne ITS arhitekture, vrlo vjerojatno u početku neće biti nikakvih problema i mana, no s vremenom će se vidjeti kako bez odgovarajuće arhitekture, ITS-u prijete rizik da neće biti u mogućnosti pružiti adekvatne usluge te će zato biti stalno mijenjan ili proširivan kako će se mijenjati zahtjevi za uslugom. Zbog toga će biti visoki troškovi usluga i novih tehnologija. Posljedica toga su visoki troškovi ažuriranja i uključivanja novih tehnologija, ograničenja u pružanju usluge te samim time nemogućnost razvitka punog potencijala primjene ITS-a [4]. Arhitektura služi kao konceptualni okvir koji definira strukturu i ponašanje ITS sustava pa tako predstavlja važnu cjelinu ITS-a. Također podrazumijeva organizacijsko, pravno, tehničko i poslovno gledište na sustav [5].

2.1 Podjela ITS arhitekture

ITS arhitektura se dijeli na fizičku, logičku i komunikacijsku ITS arhitekturu [2]:

- **Fizička ITS arhitektura** – definira i opisuje načine kojima dijelovi funkcionalne arhitekture mogu biti povezani tako da formiraju fizičke entitete te prikazuje ITS sučelja između glavnih komponenata sustava (upravljački centri, prometnica, vozač itd.) [1]. Ona sadrži niz dijagrama i specifikacija za fizičke komponente i njihove lokacije za određenu primjenu [4]. Također fizička arhitektura obuhvaća i definiranje komunikacijske arhitekture [2].

- **Logička ITS arhitektura** – definira unutarnju logiku odnosa pojedinih entiteta, predstavljena je nazivom temeljne funkcije s informacijskim inputima i odredištima, izvodi se iz definiranih i detaljno specificiranih korisničkih zahtjeva, služi za izradu fizičke arhitekture, prikazuje funkcijske procese i tokove podataka koji su potrebni za izradu ITS usluga, te ne ovisi o tehničko-tehnološkoj implementaciji [2].
- **Komunikacijska ITS arhitektura** – definira oblike komuniciranja među entitetima unutar sustava [2].

Ona nam daje realnu sliku svih događanja unutar sustava, osobito korelaciju ili međudjelovanje između komponenti te svih podsustava koje sadrži zajedno sa načelima dizajniranja i planiranja kroz cijeli životni vijek ciklusa.

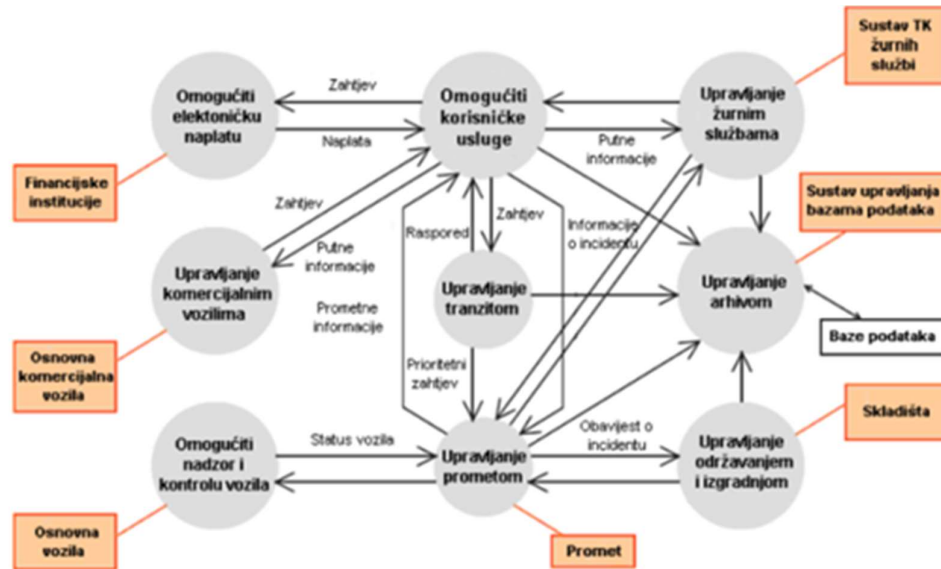
2.1.1 **Fizička ITS arhitektura**

Kao što je gore navedeno, ona prikazuje uklapanje struktura u pakete, komunikacijske veze te fizičke jedinice tj. opisuje raspodjelu jedinica u komunikacijskoj petlji i arhitekturi. Primarna svrha ove arhitekture je da entiteti pružaju čim bolje usluge koje su tražene korisničkim zahtjevima. Taj sustav se razvija da bi se omogućila fizička primjena ili implementacija potrebnih funkcionalnosti prikazanih funkcionalnim aspektom. Isto tako nam govori gdje će se procesi smjestiti i prikazuje važna ITS sučelja (veze) između glavnih komponenata sustava (vozač/putnik, vozilo, centri, itd.). Da se omogući komunikacija između komponenti sustava koriste se žične i bežične komunikacijske mreže.

2.1.2 **Logička ITS arhitektura**

Ona se izvodi iz specificiranih korisničkih zahtjeva i služi za izradbu fizičke arhitekture odnosno primjera ITS sustava (engl. *example systems*). Samim time daje uvid u neophodne procese i tokove podataka koji su potrebni da se zadovolje zahtjevi korisnika i neovisna je o tehničko-tehnološkoj implementaciji tj. opremi. Informacijska arhitektura (kao dio logičke) opisuje podatke potrebne za ITS funkcije. Još nam prikazuje segmentnu strukturu logičkog ponašanja sustava tj.

funkcije i podfunkcije ITS-a, protok podataka između njih i osnovne baze podataka (Slika 2.).



Slika 2. Primjer logičke arhitekture.

Izvor: [1].

2.1.3 Komunikacijska ITS arhitektura

Razvijena iz fizičke arhitekture kao što i predstavlja dio nje. Ona je orijentirana da iskoristi prednosti postojeće komunikacijske infrastrukture da se čim više smanje troškovi. Ona se kao dio fizičke oslanja na fizičkom prijenosu informacija te opisuje način na kojem podsustavi komuniciraju. Isto tako je povezana sa fizičkom pri čemu svaka pojedina veza između podsustava opisuje [3]:

- Vrstom komunikacijskog medija (žica, radio..)
- Fizičkim obilježjima protoka podataka (volumen, brzina, tehnike dekodiranja)

- Logičkim obilježjima protoka podataka (latentnost, sastavljanje informacija...)

Sadrži četiri osnovne komponente koje su podsustav vozila, podsustav uz prometnu infrastrukturu, centralni podsustav te mobilni podsustav. Te komponente su međusobno povezane i isprepletene. Europska ITS komunikacijska arhitektura koristi IP (engl. *Internet protocol*) koji omogućava interoperabilnost komponenata. Tri područja gdje se primjenjuje komunikacijska arhitektura su: sigurnost u prometu, prometna učinkovitost i usluge dodane vrijednosti [2]. Sigurnost u prometu su zapravo aplikacije koje informiraju i upozoravaju korisnike JGP-a o stanju na cestama. Prometna učinkovitost se dijeli na međugradsku i gradsku sredinu gdje se koristi navigacija i rutiranje vozila te upravljanje incidentnim situacijama i adaptivno upravljanje semaforiziranim raskrižjima. Usluge dodane vrijednosti pružaju informacije vezane za prometnice i usluga informiranja vezana za putovanje. COMeSafety, COOPERS, CVIS, samo su neki od projekata koji su vezani za komunikacijsku arhitekturu. Njihov cilj je međusobna interakcija i komunikacija vozila i infrastrukture, poboljšanje sigurnosti prometa, kooperativno upravljanje prometom te rješavanje svih problema vezanih za kooperativne sustave.

2.2 Razine ITS arhitekture

Zbog već naglašene kompleksnosti prometnog sustava, odnosno dijela sustava na koji se vrši implementacija određenog ITS rješenja potrebno je razložiti ITS arhitekturu na razine.

Prema EU projektu CONVERGE definirane su četiri glavne razine ITS arhitekture [2]:

- **Razina 0** – nije dio arhitekture jer se odnosi na dizajn komponenata i ovisi o izabranoj tehnologiji, tipično se odnosi na dobavljače koji razvijaju pojedine komponente ili podsustave prema fiksiranim ciljevima i standardnim razvojnim procedurama,

- **Razina 1** – definira strukturu sustava te relacije između podsustava, sastoji se od nekoliko posebnih arhitektura, logičke ili funkcionalne, fizičke te komunikacijske arhitekture,
- **Razina 2** – definira svojstva i integraciju sustava koji djeluju unutar jedne organizacije, te se zahtijevaju multidisciplinarna znanja i primjenjuju različite nestandardizirane procedure,
- **Razina 3** – uključuje realna ograničenja i djelovanja prema drugim organizacijama, te se specificira zahtijevana razina međusobnog povezivanja i interoperabilnosti, ali se izbor tehnologije prepušta dizajnerima podsustava.

Razine 1, 2, 3 su stabilne i neovisne o izabranoj tehnologiji u smislu ITS usluga i funkcija.

2.3 Tipovi ITS arhitekture

Pošto u svijetu gdje su razvijene ITS arhitekture, razvijena su i njezina pomagala za daljnji razvoj i napredak.

Definirana su tri osnovna tipa ITS arhitekture [1]:

- Okvirna ITS arhitektura (engl. *Framework architecture*) – usmjerena je na iskazivanje potreba korisnika i funkcionalno gledište te se može primijeniti za nacionalnu/regionalnu razinu i koristi se za dizajniranje dvaju drugih tipova,
- Obavezna ITS arhitektura (engl. *Mandated architecture*) – uključuje fizičko, logičko i komunikacijsko gledište te druge izlaze (analiza rizika, analiza troškova i koristi...), te je sadržaj fizičke arhitekture fiksiran i limitira se opseg izvedbenih opcija,
- Servisna ITS arhitektura (engl. *Servise architecture*) – slična obaveznoj arhitekturi s bitnom razlikom što podržava i definira određene ITS usluge kao informiranje putnika, elektroničko plaćanje cestarine, upravljanje incidentnim situacijama.

Pri izgradnji arhitekture, one se vrlo često koriste jer uvelike pomažu i olakšavaju rad zato što je gradnja arhitekture jako složen posao.

2.4 Svjetske okvirne ITS arhitekture

Unazad posljednjih nekoliko desetaka godina u više naprednih i razvijenih zemalja svijeta napravljeno je nekoliko ITS predložaka (okvira) koji usmjeravaju razvoj. Najviše se ističu američka te europska arhitektura koje su slične po mnogim stvarima ali njihova glavna razlika je područje primjene. Američka arhitektura se više bazira i orijentira na veće i šire geografsko područje čime prikuplja više podataka, dok je europska više usmjerena i fokusirana na veće gradove [6].

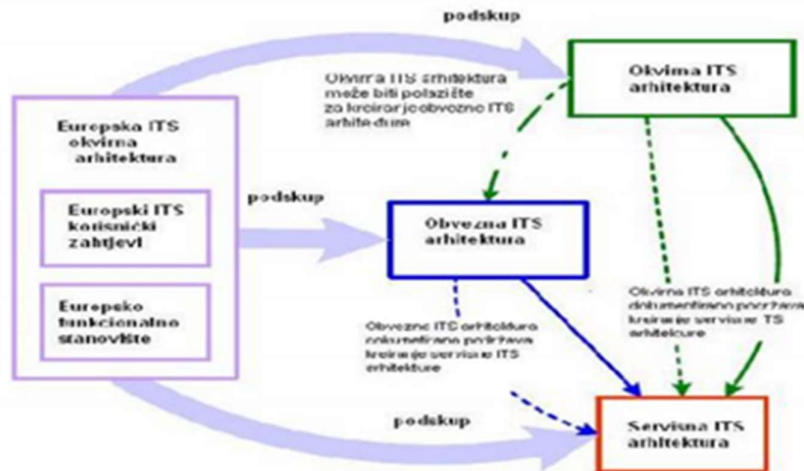
Europska ITS arhitektura je najbolji dokaz te se najbolje može predstaviti kroz FRAME arhitekturu, gdje je za razliku od američke, više fokusirana i težište se vrši na korisničkim potrebama i funkcionalnom gledištu [2]. Osnovni i primarni cilj te arhitekture je olakšavanje i davanje implementacije prije razvitku više sustava i poticanje razvoja ITS-a u Europi. Isto tako spada pod tip okvirne pa se zato i zove europska okvirna arhitektura (Slika 3.).

Osnovne komponente europske ITS arhitekture su [2]:

- Funkcionalna arhitektura,
- Fizička arhitektura,
- Komunikacijska arhitektura,
- CBA analiza,
- Studija implementacije,
- Modeli za ITS implementaciju.

E-FRAME, 2011 (engl. *extended FRAME*, 2011.) je zapravo proširena arhitektura te ona uključuje usluge i aplikacije kooperativnih sustava [2]. U novijim konceptima ITS arhitekture ponekad se umjesto riječi arhitektura koristi izraz pogled (*viewpoint*). Tako se u FRAME projektu umjesto riječi funkcionalna, fizička i komunikacijska arhitektura koriste izrazi funkcionalni, fizički i komunikacijski pogled [1]. Značajka kooperativnih sustava je da omogućuju pristup da se vozača, vozilo i infrastrukturu prometnice uzima kao jedinstven sustav [2]. Kooperativni sustavi omogućuju povećan kapacitet cestovne prometne mreže te smanjuju zagušenja i zagađenja, znatno skraćuju vrijeme putovanja i samim time omogućuju niže troškove vozila, bolja i učinkovitija reakcija na incidente i prometne nesreće. Vrste komunikacije vezane za te sustave su komunikacija između auta i prometnice te komunikacija između samih automobila.

FRAME arhitektura je zapravo i „proizvod“ KAREN FRAME projekta, budući da je proces definiranja okvirne arhitekture dugotrajan i kompleksan, bilo je potrebno kroz jedan veliki EU projekt ostvariti i definirati europsku okvirno (*framework*) arhitekturu. Samim time se smatra da su to polazne točke za razvoj ITS arhitekture u Europi [6].



Slika 3. Prikaz europske ITS arhitekture.

Izvor : [6].

Američka ITS arhitektura prva je razvijena te prezentirana 1996. godine uz nekoliko kasnijih inačica [1]. Najviše stvari koje sadrži prolaze iz regionalne ITS arhitekture koja je definirana prema nacionalnoj ITS arhitekturi, prilagođenoj za svaku regiju zasebno. Primarni cilj joj je povećanje benefita pri provedbi ITS rješenja na lokalnoj razini. Regionalna arhitektura se ističe po brojnim projektima diljem Sjedinjenih Američkih Država, od kojih je vrlo popularan Okrug regionalnog transporta (engl. *Regional Transportation District*). Osnovan 1996. godine u državi Coloradu s primarnim zadatkom poboljšanja prometnog sustava. Putem web i mobilnih aplikacija, sustava informiranja, Okrug regionalnog transporta daje stvarno-vremenske informacije svojim korisnicima i pretplatnicima koristeći velike količine informacije za 140 lokalnih i regionalnih autobusnih linija i pet linija lake željeznice. Stvarno-vremenske informacije su umrežene i dostupne u kartu koja prikazuje sve moguće rute vozila te njihovu poziciju na kojem se nalaze [6].

Ključne komponente američke ITS arhitekture [2]:

- Specifikacija korisničkih zahtjeva i usluga,
- Logička (funkcionalna) arhitektura,
- Fizička arhitektura,
- Paketi ITS rješenja,
- Analize.

Američkom ITS arhitekturom su definirani ciljevi i temelji za daljnji razvoj važnih ITS arhitekture te razvoj ITS-a općenito [2].

Japanska ITS arhitektura je slična američkoj ITS arhitekturi jedino što se razlike u metodološkom pristupu, gdje se umjesto metode strukturne analize koristi objektno orijentiran metodološki pristup [2].

2.5 Evaluacija ITS sustava

Evaluacija je integralni dio svakoga sustavski utemeljenoga razvojnog procesa odnosno integralni dio životnog ciklusa ITS projekta [1]. Ako se želi ocijeniti postojeći ITS sustav te se želi provjeriti i ispitati jesu li buduća ulaganja opravdana koristi se evaluacija (Slika 4.). Prilikom pristupanja uz pravilno strukturiranje evaluaciji izvršit će se vrednovanje koje neće potkrijepiti i opravdati ITS rješenje nego će omogućiti najbolji mogući izbor.

Postoje tri osnovna tipa evaluacije [1]:

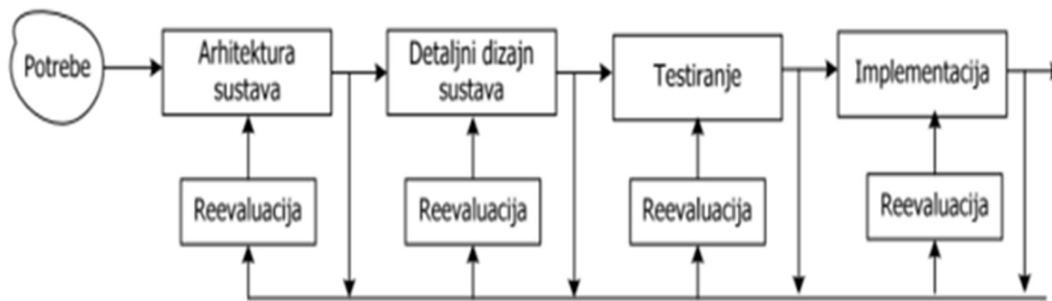
- Evaluacije prije implementacije – na osnovu razine ulaganja bira se ITS rješenje koje će najviše odgovarati korisničkim zahtjevima,
- Evaluacija nakon implementacije – služi da se nakon njegove instalacije lakše procijeni rad ITS sustava,
- Procjena utjecaja (engl. *Impact Assessment*) – to je pristup koji omogućuje da se izmjere i detektiraju različite pozitivne i negativne strane (utjecaje) na implementirani sustav.



Slika 4. Proces evaluacije sustava.

Izvor: [7].

Pri razvoju kompleksnog i složenog ITS sustava, koji prolazi kroz faze iterativnog procesa, podrazumijeva reevaluaciju (Slika 5.). Ona se događa poslije svake faze razvoja, a znači kontinuirani proces s velikim brojem paralelnih petlji, pri čemu se promatraju izlazi te se tako dobivene informacije koriste za modificiranje sustava odnosno ulaza i izlaza ili rezultata procesa [8].



Slika 5. Proces razvoja kompleksnih sustava s reevaluacijom.

Izvor: [1].

ITS evaluacija traži drugačiju metodu pristupa na položaj klasične prometne projekte budući da je vrlo teško procijeniti stvarnu efektivnost investicija u ITS, posebno u početnom razvoju. S obzirom na tradicionalna rješenja prednosti ITS sustava se mogu utvrditi analizom troškova i koristi sličnih ali i različitih alternativnih rješenja promatrajući njihov cjelokupni životni ciklus. U procesu implementacije ITS projekata najzahtjevniji dio jest zasebno mjerenje njihov ekonomskih učinaka. Evaluacijom prilikom korištenja složenih analiza efektivnosti kod ITS projekata se moraju uzeti u obzir korisnički zahtjevi zato što se na temelju toga utvrđuju troškovi projekata uspoređivanjem ekonomske isplativosti svih ponuđenih projekata te alternativnih rješenja.

3. REGIONALNA ITS ARHITEKTURA

Može se definirati kao ITS arhitektura koja je razvijena prema smjernicama nacionalne ITS arhitekture. Ona je prilagođena vizijama i potrebama razvoja pojedinih regija. Svrha joj je da pri implementaciji ITS rješenja ima povećanje benefita na lokalnoj razini. Zahtjevi i interesi dionika (engl. *stakeholder*) na lokalnoj razini su blaži, te je dogovor realniji i usmjeren istom cilju te se ne kreiraju smjernice tehnološkog razvoja [2].

3.1 Tijek razvoja regionalne ITS arhitekture

Brz i nagli napredak tehnologije je stvorio te omogućio mnogo novih prilika za prijevoz robe, putnika kojem djelatnici u tom području mogu pružiti sigurnije, udobnije te učinkovitije usluge prijevoza. Međutim, mnogo tih prilika zahtjeva koordinaciju između samih organizacija, kako na institucijskoj, tako i na tehničkoj razini. Da se potakne ta koordinacija, USDOT je razvila nacionalnu ITS arhitekturu koja pomaže identificirati te iskoristiti ukazane prilike za isplativu suradnju. Regionalna ITS arhitektura je započela svoj razvoj 2004. godine, te je organizacija za planiranje gradskih područja okruga Bloomington/Monroe uzela inicijativu za razvoj arhitekture (Slika 6.). Isto tako je uzela odgovornost u kreiranju baze podataka arhitekture koja je koristila (engl. *Turbo Architecture Software*) te dokument regionalne arhitekture. Razvitak arhitekture je napravljen kroz koordinaciju jako puno korisničkih zahtjeva.

U počecima razvoja ITS arhitekture, prvih nekoliko godina arhitekture su bile definirane jedna nalik drugoj te su one poslužile kao putokaz za integraciju transportnih sustava tijekom sljedećih pet godina [9]. Arhitekture prikazuju kako će funkcionirati sustavi svake agencije te u budućnosti pružiti učinkovitiji i sigurniji prijevozni sustav za putovanje javnosti u gradskom području planiranja.



Slika 6. Geografski položaj.

Izvor: [2].

Da bi se pružio točan prikaz regije, potrebna su česta obrađena ažuriranja koja to omogućuju. ITS usluge obuhvaćene ovom arhitekturom uključuju one povezane s upravljanjem

autocestama, održavanjem i građevinskim operacijama, upravljanje prometom te upravljanje u hitnim slučajevima i javni prijevoz.

3.2 Identifikacija dionika (stakeholdera)

Dionik (engl. *Stakeholder*) je stranka koja ima interes u tvrtki i može utjecati ili biti pod utjecajem poslovanja. Glavni dionici nekog sustava u većini slučajeva su njeni ulagači, zaposlenici, kupci i dobavljači. Međutim, svakodnevnim razvojem te unapređenjem sustava sve više se uključuju i dodatni dionici kao što su zajednice, vlade ili neke druge interesne skupine [10]. Dionici su ključni za razvoj regionalne arhitekture. Arhitektura predstavlja kako ITS sustavi kojima upravljaju dionici (postojeći i planirani) su povezani zajedno da se ostvari siguran i učinkovit prijevoz.

3.3 Korisnički zahtjevi

Izvorni korisnički zahtjevi su izjave zainteresiranih dionika kojima se u osnovi definira problem koji su dužni riješiti. Na temelju njih se stvara regionalna ITS arhitektura te se implementiraju određene usluge. Korisnički zahtjevi su ključan element te osnova za bilo kakvu implementaciju, planiranje te izgradnju ITS-a te arhitekture. Bez jasno definiranih zahtjeva gradnja ITS sustava i arhitekture nije moguća upravo zato što se za te iste korisnike sam ITS sustav i radi [1]. Usluge i zahtjevi se mijenjaju (poboljšavaju) kako raste i razina implementacije ITS rješenja.

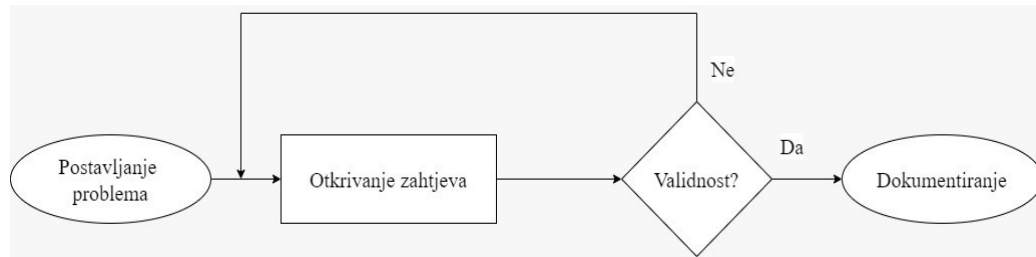
Zahtjevi regije:

- Sigurnije, efikasnije odvijanje prometa,
- Povećanje kvalitete sustava JGP-a,
- Efikasno i efektivno upravljanje incidentnim situacijama,
- Koordinacija svih navedenih zahtjeva.

3.3.1 Proces otkrivanja korisničkih zahtjeva

Proces otkrivanja zahtjeva počinje identifikacijom korisnika i otkrivanjem problema, a završava validacijom i dokumentiranjem zahtjeva vezanim za pojedine ITS usluge ili aplikacije (Slika 7). Osnovni koraci u procesu otkrivanja zahtjeva su [1]:

- Identifikacija korisnika i definiranje problema,
- Interakcija s korisnikom i pisanje zahtjeva,
- Kontrolni pregled sustavskih zahtjeva,
- Definiranje pokazatelja performanse i troškova,
- Validacija sustavskih zahtjeva.



Slika 7. Proces otkrivanja zahtjeva.

Izvor: [1].

Pri raspisivanju zahtjeva inženjer mora biti u komunikaciji i interakciji s drugim dionicima odnosno korisnikom koji utječu na te zahtjeve. Za svaki zahtjev pojedinačno je potrebno postaviti pitanje: „je li zahtjev stvarno potreban?“ [1].

U sustavu se rade testiranja koje bi na vrijeme spriječile greške i moguće poteškoće. Ta testiranja mogu uključivati razne analize i preglede, stručna mišljenja, kao i ispitivanje komponenti sustava. Uz korištenje kvantifikacijske strategije (Slika 8.) putem V-modela se vrlo često provodi testiranje zahtjeva [11].



Slika 8. Program kvalifikacijske strategije.

Izvor: [11].

Korištenje ove strategije je najbolje provoditi u ranoj fazi kreiranja sustava zbog otkrivanja i otklona mogućih nedostataka. Odluči li se provođenje testiranja u završnim fazama, mogući nedostaci bi mogli izazvati skupe financijske probleme i promjene cijele izvedbe sustava [11].

3.3.2 Vrste korisničkih zahtjeva

Sistematizaciju (kategorizaciju) zahtjeva je postavio W. Wymore koji se odnose na dizajniranje sustava. Razlikuje se šest kategorija korisničkih zahtjeva [1]:

- Input-output zahtjevi,
- Tehnološki zahtjevi,
- Zahtjevi u pogledu performansi,
- Troškovni zahtjevi,
- Zahtjevi razmjene troškova,
- Zahtjevi testiranja sustava.

W.Wymore definira sustavsko inženjerstvo kao profesiju i disciplinu koja je usmjerena na dizajn i analizu sustava tako da oni zadovoljavaju zahtjeve tijekom cijelog životnog ciklusa sustava.

3.3.3 Analiza korisničkih zahtjeva

Prikupljene te dobivene zahtjeve potrebno je analizirati u svrhu njihovih definiranja.

Prilikom analize koriste se tri metode:

- Analiza utjecaja upravljanja promjenama u sustavu
- Analiza izvodljivosti
- Analiza obuhvata

Primjenom analize utjecaja upravljanja promjenama u sustavu najčešće se dobivaju povratne informacije kako će na sustav utjecati promjena pojedinog zahtjeva.

Primjenom analize izvodljivosti (engl. *Cost-benefit analysis*) (Slika 9.) se dobivaju povratne informacije o razlozima uključivanja pojedinog elementa u sustav, te donosi li taj element koristi ili je on trošak.



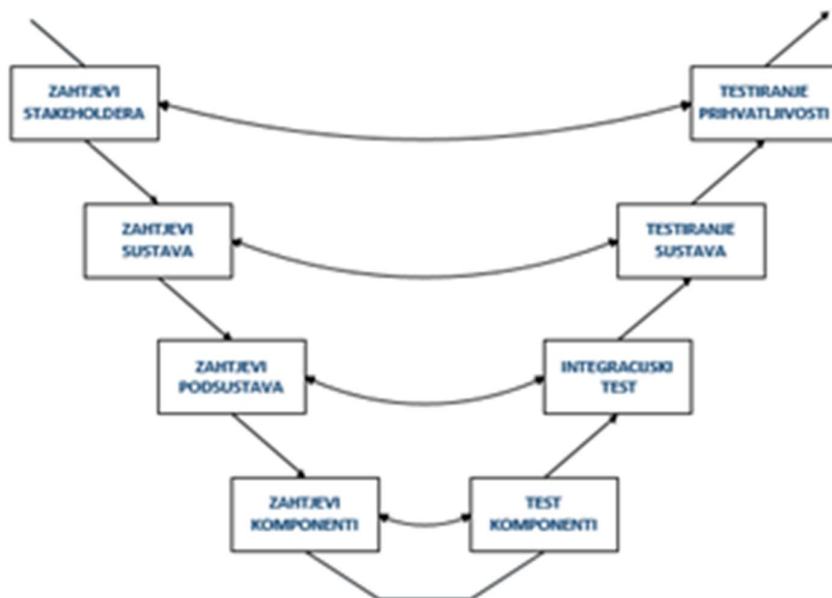
Slika 9. Prikaz analize korisničkih zahtjeva.

Izvor: [11].

Primjenom analize obuhvata provjerava se obuhvaćenost zahtjeva prema horizontalnoj i vertikalnoj podjeli. Pomoću horizontalnog mjerenja se dobiva odgovor na pitanje koliko je zahtjeva obuhvaćeno dok se vertikalnom provjerom prikazuje koliko je zahtjeva obuhvaćeno u nižem sloju.

3.3.4 Praćenje korisničkih zahtjeva

Praksa je pokazala da je korisničke zahtjeve potrebno testirati u cjeloživotnom ciklusu sustava te da oni imaju bitnu ulogu u svim fazama. Početni korisnički zahtjevi se koriste i u zadnjim fazama životnog ciklusa usluge kako bi se provjerilo jesu li ispunjeni svi zahtjevi. Evolucija korisničkih zahtjeva je prikazana slikom 10. Dobiveni korisnički zahtjevi dionika pretvaraju se u zahtjeve sustava odnosno zahtjeve usluge koje se razvija.



Slika 10. Evolucija korisničkih zahtjeva.

Izvor: [11].

Uporabom V modela tijekom razvoja ITS-a i arhitekture definiraju se korisnički zahtjevi prije izbora tehnologije i implementacije sustava. Sustav se dijeli i razdvaja na podsustave koji se zatim dijele na komponente. Tako se utvrđuje hijerarhijski model velikih sustava.

3.4 Operativni koncept

On definira uloge te zaduženja (buduća i trenutna) svake interesne skupine kroz pokriveno prometne usluge. Dokumenti zaduženi za operativni koncept te uloge i odgovornosti su u nizu prijevoznih usluga. Te usluge su [2]:

- Upravljanje žurnim službama/situacijama – razvoj sustava koji pružaju usluge preuzimanja hitnih poziva, operacija centra upravljanja žurnim službama,
- Upravljanje autocestama – razvoj nadzornih sustava autocesta te sustava koji pružaju strategije poboljšanja kvalitete odvijanja prometnog toka i sustava informiranja putnika,
- Upravljanje incidentnim situacijama – razvoj sustava koji pružaju brz i efikasan odziv na incidente situacije,
- Upravljanje održavanjem prometne infrastrukture – razvoj sustava upravljanja održavanjem infrastrukture, čišćenje u zimskim uvjetima te nadzor i koordinacija zimskih službi
- Upravljanje prometom – razvoj sustava nadzora prometa u gradskim sredinama, upravljanja prometnim tokovima te koordinacija rada glavnog prometnog centra,
- Upravljanje JGP-om,
- Informiranje putnika.

Koncept je dugo bio ekskluzivno korišten uz arhitektonski dizajn građevina koji prethodi detaljno građevinsko-inženjerskom dizajnu ili projektiranju [1].

3.5 Funkcionalni zahtjevi regionalne ITS arhitekture

Funkcionalni zahtjevi najčešće opisuju što bi sustav trebao raditi. Zahtjevi su većinom izvedeni iz zahtjeva korisnika, dok je jedan dio postavljen na osnovu znanja iz struke, odnosno iskustva.

Samim time, sažetak ovih zahtjeva je primjer glavnog prometnog centra.

Njegove značajke [2]:

- Nadzor, analiza i pohrana prometnih podataka prikupljenih putem senzora i detektora,
- Nadzor, analiza i distribucija video sadržaja sa nadzornih kamera,
- Distribucija podataka o stanju prometne infrastrukture,
- Baza podataka o senzorima, nadzornim kamerama, detektorima ugrađenim duž prometne infrastrukture,
- Prikupljanje i pohrana podataka o prometnom toku u svrhu detekcije incidentne situacije,
- Razmjena informacija i podataka sa centrom za upravljanje incidentnim situacijama,
- Upravljanje panelima za informiranje korisnika, promjenjivim prometnim znakovima,
- Razmjena podataka sa centrom za upravljanje JGP-om.

Nadzorni centar nadzire gotovo cijelu prometnu mrežu te šalje korisnicima potrebne informacije i prema potrebi ih usmjerava. Još ima mogućnost komunikacija s korisnicima putem radio veze, mobilnih uređaja ili elektroničkih znakova koji moraju biti spojeni na Internet.

4. INTERESNE SKUPINE REGIONALNIH ITS ARHITEKTURA

Od početka razvoja ITS arhitekture, radilo se sve da se uključi što više dionika. Taj postupak je rezultirao skupinom dionika koji su činili sveobuhvatan popis agencija i organizacija za površinski prijevoz. Kao što je prikazano (Slika 11.) neki dionici su izrazito definirani u arhitekturi kao npr. (engl. City of DeKalb Department of Public Works) dok su ostali kombinirani unutar opće oznake dionika (engl. Township Road Districts). To je napravljeno kako bi se uključilo što je više moguće ITS dionika da bi arhitekturu mogli održavati upravljivom veličinom [13].

Ime dionika	Opis
Susjedne županije	Predstavlja autoceste, šerife, vatrogasce, hitne službe i 911 centre u zemljama unutar gradskog područja planiranja.
Grad DeKalb	Odgovoran za održavanje i razvoj svih javnih objekata i komunalija. DPW pruža usluge održavanja gradskih ulica, parkinga, kanalizacija, prometnih signala i uređaja, opreme kao i gradski vodni sistem te računalni sustav.
Vatrogasna postrojba grada DeKalb	Pružila usluge gašenja požara, spašavanja, medicinske usluge, hitne službe za opasne materijale, prevenciju požara, javne obrazovne usluge. To područje uključuje grad DeKalb, Sjeverni Illinois, vatrogasni odjel grada Cortlanda i DeKalb zaštitu od požara.
Odjel za informacije i tehnologiju grada DeKalb	Odjel za tehnologiju je odgovoran za dizajniranje novih infrastrukture i rekonstrukcija te velikih popravka ulica. Dizajn servisi i ažuriranja su implementirani u prometne sustave, mostove, parkinge i kanalizacije. Još sadrži inspekciju koja nadgleda nove konstrukcije i tehnologije da se pružaju izmjene i prometne informacije. Odjel za informacije pruža servise koji uključuju popravke, instalacije, podršku za hardware/software i drugo. Telekomunikacijski sustavi su također uključeni. Podjela osigurava

	konstantne informacije za komunalije kao što su ulice, parcele, blokovi, adrese i mnogo drugih značajki.
Parking	Gradski parking zadužen za naplatu karte prilikom parkiranja.
Policija	Sastoji se od 60 oficira i 17 civilnog osoblja. Ima 4 podjele: administracija, patrola, komunikacije i istrage.
Inženjerski odjel	Primarno zadužen za operacije vezane uz prometnu mrežu
Vatrogasni odjel	Vatrogasni odjel grada Sycamore.
Sycamore policija	Policijski odjel grada Sycamore.

Slika 11. Lista dionika arhitekture.

Izvor: [13].

Popis tih dionika, s njihovim opisima su jasno označeni u bazi podataka Turbo Arhitektura. Popis sustava (Slika 12.), identificiranih u regiji DeKalb, zajedno sa pridruženim dionikom, nacionalnim tijelom ITS arhitekture te statusom i kratkim opisom. Ovo je samo dio od mnogih koje postoje.

Sistem	Dionik	Entitet	Status	Opis elementa
Žurni dispečerski centar grada DeKalb	Policija	Hitno upravljanje	Postojeći	Zadužen za policiju, vatrogasce i liječničku jedinicu da vrše 24 satnu otpremu
Žurni operacijski centar grada DeKalb	Vatrogasni odjel	Hitno upravljanje	Postojeći	Zadužen za evakuacijsko upravljanje
Žurna i vatrogasna vozila grada DeKalb	Vatrogasni odjel	Podsustav hitnih vozila	Postojeći	Vatrogasni odjel sa vozilima koji imaju radio komunikaciju
Održavanje terenske opreme grada DeKalb	Grad DeKalb	Podsustav kolnika	Postojeći	Uključuje prijenosnu znakovnu poruku

Održavanje vozila grada DeKalb	Grad DeKalb	Održavanje i konstrukcija vozila	Postojeći	Vozila za uklanjanje snijega i održavanje ulica
Ovrha parkinga grada DeKalb	Parking grada DeKalb	Agencija ovrha	Postojeći	Uključuje parkirnu ovrhu i druge privatne tvrtke
Financije parkinga grada DeKalb	Parking grada DeKalb	Financijske institucije	Budući	Sve vezane institucije za parking
Parkirna karta grada DeKalb	Parking grada DeKalb	Putna karta	Budući	Parkirne karte
Parkirne konstrukcije grada DeKalb	Parking grada DeKalb	Upravljanje parkingom	Postojeći	Sva parkirna mjesta i garaže
Policijska žurna vozila grada DeKalb	Policija	Podsustav hitnih vozila	Postojeći	Policijski odjel sa vozilima koja imaju mobilnu mrežu i računala
Prometni centar grada DeKalb	Informacije i tehnologije	Upravljanje prometom	Postojeći	Odgovoran za kontrolu prometnih signala

Slika 12. DeKalb ITS inventar sustava.

Izvor: [13].

Kako bi se utvrdilo da svi ovi sustavi se mogu najbolje primijeniti, radionica sa dionicima je bila održana koja je uključivala analizu potreba ITS-a.

4.1 Malezija

Uspješna implementacija ITS-a u Maleziji može se samo postići bliskom suradnjom između agencija. Do danas je većina ITS aktivnosti bila provođena na autocestama i prometnom sektoru. Budućnost ipak vidi da se ITS primjenjuje u vozilima žurnih službi, operativnim sustavima i mnogim drugim. Samim time će se uključiti i mnoštvo agencija. Neki od ITS programa zahtijevaju integraciju između višestrukih dionika. To su vladine agencije koje su povezane s planiranjem, vladom te regulacijom i provedbom zakona, općine, koncesionari za autoceste, pružatelji ICT usluga itd. Ta suradnja između njih je presudna za postizanje pozicioniranja cilja ITS-a u zemlji. Ispod su navedeni vladini dionici [14]:

- MOW – Ministarstvo rada
- MOT – Ministarstvo prometa
- MESTECC – Ministarstvo energetike, znanosti, tehnologije, okoliša i klimatskih promjena
- MITI – Ministarstvo međunarodne trgovine i industrije
- KWP – Ministarstvo saveznih teritorija
- KPKT – Ministarstvo stanovanja i lokalne uprave
- MOF – Ministarstvo financija
- MOH – Ministarstvo zdravlja
- MDEC – Korporacija digitalne ekonomije Malezija
- MAMPU – Jedinica za planiranje administrativne modernizacije i upravljanja Malezije
- RMP – Kraljevska policija Malezije
- CUSTOMS – Kraljevski malezijski carinski odjel
- MCMC – Malezijska komisija za komunikacije i multimediju

4.2 Kolumbija

U usporedbi sa svjetskom referencom, Kolumbija ima visoku stopu smrtnosti zbog prometnih nesreća. Konkretno, gradovi te zemlje imaju mnogo veću stopu smrtnosti od nacionalne stope i stope velikih gradova. Općinski sekretarijati za mobilnost su pokušali riješiti ove probleme kroz razvoj tehnoloških usluga unutar okvira ITS sustava. Međutim, u većini slučajeva se te usluge ne temelje na odgovarajuću arhitekturu. Dakle, integracija usluga nije izvediva i generira velike troškove te je njihova provedba jako složena. Kako bi se potaknuo razvoj usluga mobilnosti, koristeći odgovarajuću arhitekturu ITS-a, razvija se metodologija. Da se ona formulira treba imati povezanu dokumentaciju. U njoj treba biti izrečena najbolja praksa, detaljno razmotren opseg i kontekst te na kraju definiran logičan postupak koji je jednostavan za provedbu. Ta dobivena metodologija je omogućila projektiranje ITS arhitekture za grad Popayan te služi kao alat za razvoj arhitekture u sličnom kontekstu. Ova izrađena ITS arhitektura omogućit će planiranje i implementaciju usluge mobilnosti grada na odgovarajući način.

Dionici koji su identificirani za grad Popayan su [15]:

- 1) Tajništvo za tranzit i prijevoz Popayan
- 2) Tajništvo za planiranje Popayan
- 3) Ministarstvo prometa
- 4) Tvrtke javnog prijevoza unutar grada
- 5) Tvrtka „*Movilidad Futura*“ – zadužena za implementaciju sustava javnog prijevoza
- 6) Entiteti zaduženi za hitne slučajeve na cestama (vatrogasci, policija)
- 7) Financijske institucije
- 8) Parkirališta u gradu
- 9) Operater sustava ITS-a
- 10) Korisnik sustava (putnik, vozač, pješak).

Nakon utvrđivanja dionika, procjenjuje se njihova razina i utjecaj pozicioniranja kako bi se utvrdilo koji od njih će uzeti koje potrebe. Prioritetne potrebe dionika, posebna su razmatranja identificirana u kontekstu grada, paketa usluga, koji su opisani u referenci arhitekture te uzete u obzir za određivanje usluga.

4.3 Ključni dionici razvoja ITS-a u RH

Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture

Između ostalog, obavlja stručne i druge poslove koje se odnose na organiziranje izrada strateških infrastrukturnih projekata za sve vidove prometa koje uključuju i investicijske programe koje su od posebnog značaja za Republiku Hrvatsku, organizira odgovarajuće velike infrastrukturne radove u izgradnji objekata i uređaja prometne infrastrukture, osim njihove rekonstrukcije i održavanja, te drugih odgovarajućih krupnih radova od značenja za održivi razvitak Republike Hrvatske koji se u cijelosti ili većoj mjeri financiraju sredstvima državnog proračuna, te obavljanje stručnih poslova koji se odnose na pokretanje, usklađivanje i nadzor poslova određenih aktima i propisima kojima se uređuje ukupni razvitak prometa [16].

Ministarstvo regionalnog razvoja i fondova EU

Bavi se planiranjem i provođenjem regionalne razvojne politike te da se uspostavi cijeli sustav planiranja, programiranja i financiranja razvoja. Brine o koordinaciji i vođenju svih radnih skupina koje su vezane za regionalni razvoj s EU na području politike, uređuju i pripremaju nacionalne razvojne ciljeve i prioritete te strateške dokumente za korištenje sredstava iz EU te prati mjere i koordinira poslove vezane za upravljanje programima EU otvorenih u Republici Hrvatskoj.

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta

Primarni posao je razvitak tehnologijske i znanstvene djelatnosti te razvitak znanstvenih i drugih pravnih osoba, da se uskladi financiranje programa i projekata znanstveno-istraživačke djelatnosti, razvoj i primjena znanstvenih dostignuća u pojedinim područjima, obavljanje poslova u vezi sa stipendiranjem, specijalizacijom i praktičnom izobrazbom naših i stranih stručnjaka na osnovi međunarodnih, međudržavnih, poslovnih i drugih sporazuma.

Ministarstvo unutarnjih poslova

Jedan od zadataka MUP-a je osigurati zaštitu objekata, osoba i prostora kao i pružiti sigurnost na cesti. Osim toga, održati nadzor na granicama, kao i obaviti dio administrativnih poslova (izdavanje vozačkih dozvola i registracije motornih vozila).

ITS Hrvatska

To je znanstveno-stručna udruga koja je osnovana radi promicanja i ostvarivanja razvoja ITS-a. Pojedinci, tvrtke te institucije koje se uključuju u udrugu mogu znatno djelovati na promicanju ITS rješenja ostvarujući rezultate na nacionalnoj i međunarodnoj razini. Njihov posao je da se poveća učinkovitost i sigurnost prometnih i transportnih sustava, općeniti napredak i razvitak očuvanja prirode i okoliša, da se ostvari suradnja s ITS udrugama diljem svijeta te podrška razvoju ITS-a u RH.

Hrvatske ceste d.o.o.

Društvo koje ima odgovornost upravljanja, građe i održavanja sustava državnih cesta. Samim time, bave se i projektiranjem i ocjenom projekata, kontrolom i nadzorom prilikom same građe, mora se osigurati stručan nadzor i kontrola izvođenja radova, organizacija tehničkog pregleda i odlučivanje o korištenju cestovnog zemljišta itd.

Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Visokoškolska ustanova iz područja tehničkih znanosti, područja tehnologije prometa i transporta. Nastava se održava na preddiplomskoj, diplomskoj i poslijediplomskoj razini. Postoje tri smjera/studija za koje se studenti mogu odlučiti a to su: promet, aeronautika te logistika i ITS. Zavod za inteligentne transportne sustave je nastavno-znanstvena i istraživačka jedinica fakulteta koja prenosi potrebna znanja i to primjenjuje u područje ITS-a i pripadnih tehnologija.

Žurne službe

Vjerojatno najbitniji dionik na području Republike Hrvatske. Prvenstveno se misli na policiju, vatrogasce i hitnu pomoć. Za razliku od ostalog prometa oni imaju prednost prolaska. Zajedničko im je da imaju brz odaziv na detekciju incidenta, njegovo raščišćavanje i povratak u normalno odvijanje prometa. Da se pruži pomoć unesrećenima te da ne dođe do proširenja već nastale štete. Vrlo bitan faktor su i

dispečerske i prometne službe koje šalju upravu odgovarajuće osoblje kako bi se otklonile posljedice.

Uz sve te dionike, još se mora spomenuti nekolicina njih jer su od posebne važnosti kao što su: Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja, Ministarstvo poduzetništva i obrta, Državna uprava za zaštitu i spašavanje, Županijske uprave za ceste, Hrvatska agencija za malo gospodarstvo, inovacije i investicije, Hrvatska udruga koncesionara za autoceste s naplatom cestarine, Koncesionari autocesta u RH, Hrvatski zavod za norme, Hrvatski autoklub, Udruge hrvatskih cestovnih prijevoznika, Hrvatska komora inženjera tehnologije prometa i transporta te gradove Zagreb, Split, Rijeka i Osijek [16].

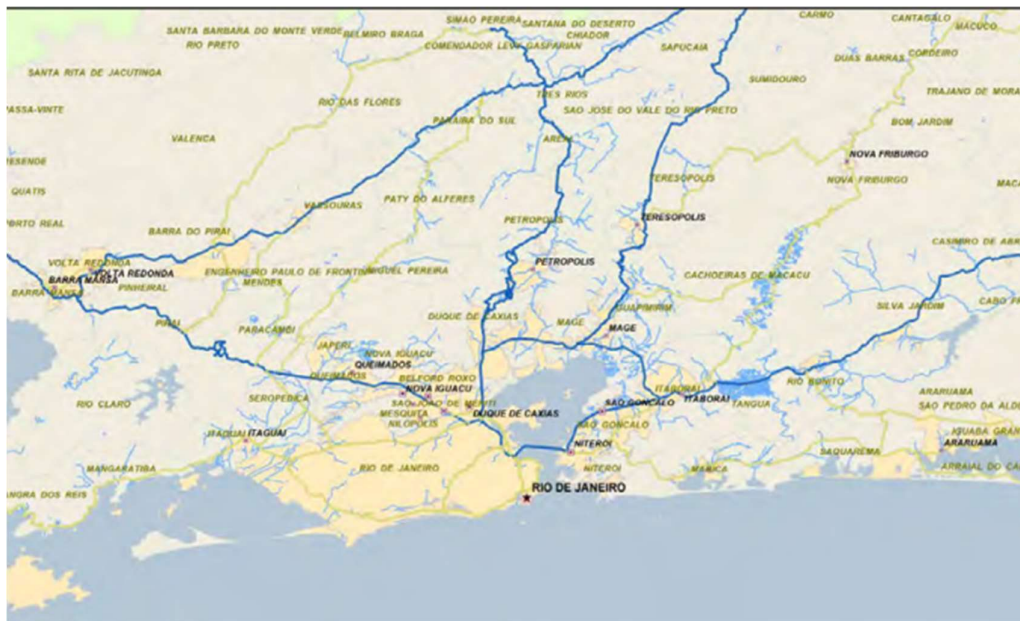
5. PRIMJERI REGIONALNIH ITS ARHITEKTURA

5.1 Rio de Janeiro

Prekretnica ovog grada u Brazilu su bile Olimpijske igre 2016. godine. Glavni cilj projekata koji su predviđeni za kratko vrijeme je bio čim bolji uspjeh na igrama. Samim time, ciljevi ITS-a osim igara su i upravljanje prometnom/tranzitom za svakodnevni život. Stoga je plan provedbe izrađen uzimajući u obzir četiri glavna aspekta kao što su [17]:

- Olimpijsko razdoblje,
- Područje grada Rio de Janeiro,
- Integracija informacija i korištenje postojećeg sustava,
- Sigurnost i transport.

U ovome projektu je bilo nekoliko dionika uključeno. Očekivalo se da dionici prikupljaju podatke kroz ITS centar za upravljanje. Uspješna implementacija je moguća samo ako postoji razumijevanje te kooperacija između samih dionika te da se napravi tim koji će biti zadužen za sav rad i organizaciju na ITS centru. Jedan od bitnih faktora je također koordinacija između agencija i olimpijske stranke podrške. Taj sustav bi prikupljao prometne informacije iz agencija te bi ih javno objavljivao da su svima dostupne putem prikaza na ekranu. Oni bi bili instalirani i dostupni na svim stadionima, terminalima, mobitelima te na internetu.



Slika 13. Gradsko područje Rio de Janeira.

Izvor: [17].

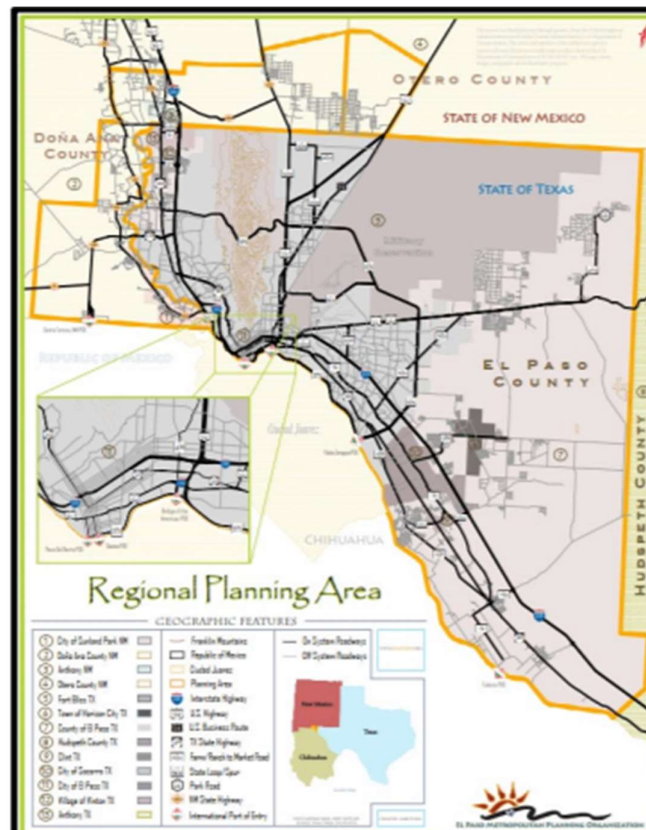
Plan ove studije je pomoći području Rio de Janeiro te modernizirati, poboljšati promet i transportni sustav u svakom gradu primjenom ITS-a kroz formuliranje master plana za razvoj i davanje prioriteta ITS projektima.

5.2 El Paso, Teksas

Ovaj grad u Teksasu je definirao osam ključnih kategorija podjele ITS zahtjeva [18]:

1. upravljanje prometom,
2. sigurnost i zaštita,
3. informiranje putnika,
4. telekomunikacija,
5. dijeljenje podataka između agencija,
6. prikupljanje podataka,
7. upravljanje imovinom,
8. upravljanje incidentima.

Neke od najvažnijih potreba ovih kategorija su smanjenje zagušenja, zagušenja kašnjenja i sudara, poboljšanje sigurnosti radnika u i oko radnih zona, nadziranje prometnih uvjeta u stvarnom vremenu, pružanje stvarnih informacija o stanju na cestama javnosti, poboljšanje dijeljenja informacija, modernizacija ITS tehnologije i opreme itd. [18]. Slikom 14. je prikazano područje El Paso s ucrtanom legendom za taj grad.



Slika 14. El Paso područje za planiranje.

Izvor: [18].

Regionalna arhitektura ITS-a El Paso je putokaz za integraciju transportnih sustava u regiji El Paso u sljedećih 20 godina. Arhitektura je razvijena suradnjom regionalnih transportnih agencija, pokrivajući sve načine i sve ceste u regiji.

5.3 Florida, Sjedinjene Američke Države

Zavod za transport u Floridi (engl. *Florida Department of Transportation*) je pokrenuo projekt 2019. godine za nadogradnju postojeće ITS arhitekture te kako bi istu doveli do najnovije verzije u svijetu, cilj je identificirati potencijalne potrebe transportnog sustava u sljedećih deset godina [19]. Svaki unos dionika je zabilježen u zasebnoj bazi podataka za svaku regiju na razini države Floride. Florida ima ukupno sedam regionalnih ITS arhitektura [19]:

- Država Florida,
- Prvi okrug Floride,
- Drugi okrug Floride,
- Treći okrug Floride,
- Četvrti i šesti okrug Floride,
- Peti okrug Floride,
- Sedmi okrug Floride.

ITS arhitektura u državi Florida je razvijena na temelju dionika regije, uključujući tranzit, promet, javnu sigurnost i druge agencije na lokalnoj, državnoj i nacionalnoj razini. Taj popis uključuje privatni i javni sektor te organizacije koje upravljaju ili na njih utječe prometni sustav. Za regionalnu ITS arhitekturu države Florida bilo je uključeno 61 dionik [19].

Okrug programskih inženjera i središnjeg ureda su jednako odgovorni za upravljanje arhitekturom. Zavod za transport Florida će tražiti mišljenja lokalnih agencija prilikom upravljanja i nadogradnje postojeće arhitekture [20].

5.4 Bloomington/Monroe Country

Regionalna arhitektura okruga Bloomington/Monroe se sastoji od 7 dionika koji predstavljaju to područje odjela za prijevoz, službe javnog prijevoza i agencije za javnu sigurnost. To je važno napomenuti da su radi pojednostavljenja arhitekture određeni dionici bili grupirani zajedno. Agencije za javnu sigurnost i tranzit posebno su identificirane kao skupine dionika [9].

To su redom [9]:

- Regionalna organizacija za planiranje gradskih područja okruga Bloomington/Monroe,
- Grad Bloomington,
- Odjel za promet Indiana,
- Okrug Monroe,
- Javne agencije za sigurnost,
- Grad Ellettsville,
- Tranzitne agencije.

Operativni koncept ovog okruga se dijeli na transportne servise, dionike i njihove uloge za koje su zaduženi. Transportni servisi se sastoje od žurnog upravljanja, upravljanja autocestama i incidentnim upravljanjem te informiranjem putnika. Njihove uloge su da postoji koordinacija između vozila i infrastrukture, prikupljanje informacija o stanju na cestama, pružanje istinitih informacija putnicima i vozačima, koordinacija agencija zaduženih za popravak cesta i kolnika itd.

5.5 Kanada

Arhitektura ITS-a za Kanadu, koju je razvila Kanada Transport, zajednički je okvir za planiranje, definiranje i integraciju inteligentnih transportnih sustava. Arhitektura opisuje interakciju između fizičkih komponenti transportnih sustava uključujući putnike, vozila, uređaje uz cestu i kontrolne centre. Također opisuje zahtjeve informacijskog i komunikacijskog sustava, način na koji se podaci trebaju dijeliti i koristiti te standarde potrebne za olakšavanje razmjene informacija [21].

ITS Kanada je predstavila svoj strateški plan i sažetak za razdoblje 2020.-2025. Glavni cilj ovog plana u narednih pet godina je da mobilne tehnologije omoguće sigurno, efektivno, pouzdano kretanje putnika, ljudi i robe.

6. ZAKLJUČAK

Razvojem novih tehnologija, svijet pa tako i Europa u zadnjih nekoliko godina sufinancira i gradi projekte koji su zaduženi za implementaciju ITS-a i ITS arhitekture radi poboljšanja samog prometnog sustava. Upravo taj razvoj je ključan faktor za sve ostalo što će se dogoditi u budućnosti.

Sama regionalna arhitektura ovisi o korisničkim zahtjevima. Oni su zapravo pokretač cijelog projekta gradnje arhitekture zato što upravo oni koriste taj sustav pa ga žele prilagoditi sebi. Pošto je to lokalna razina, dogovor će uvijek biti lakši i realniji, imati će više svrhe te će sustav u pravilu biti jeftiniji za razliku od gradnje nacionalne ili neke druge ITS arhitekture.

U današnje vrijeme, čest je problem zagađenje okoliša, jaka buka, nesreća na cesti, velikih zagušenja u vršnim satima, incidentnih situacija itd. ITS arhitektura, u ovom slučaju regionalna, pomaže da se svi ti faktori čim više smanje i da se olakša prometni tok u pojedinoj regiji. Vrlo je važna i koordinacija dionika jer njihovim djelovanjem se znatno smanjuju ovi faktori. Gradnju arhitekture znatno olakšavaju alati tj. programi koji sadrže pristup podacima o samoj arhitekturi, njezinoj verziji, standardima, protokolima. Do danas u svijetu se razvilo jako puno regionalnih ITS arhitekture te se nastoje razvijati i dalje zbog njihovog benefita i sustava kojeg pružaju. Ti primjeri su okrug Bloomington/Monroe, El Paso u Teksasu, Rio de Janeiro, Florida, Kanada i mnogi drugi. Naspram običnog prometnog sustava, prometni sustav regionalne ITS arhitekture nudi brojne mogućnosti koje su u svakog segmentu bolje od klasičnog. Neke od njih su definitivno adaptivno upravljanje semaforiziranim raskrižjima jer se time smanjuje zagušenje prometnog toka, informiranje putnika i vozača o stanju na cestama putem digitalnih zaslona koje imaju stvarno-vremenske prometne podatke, postojanje prometnog centra koji prati i upravlja cijelim sustavom, komunikacija između vozača i infrastrukture, prvenstvo prolaza žurnih službi u slučaju incidentnih situacija, pružanje sigurnosti i udobnosti prilikom vožnje, ENC sustavi plaćanja cestarina. U Republici Hrvatskoj trenutno postoji dobra situacija za razvoj ITS-a, a razlog tome su bile gradnje i modernizacije autocesta, sam ulazak Hrvatske u Europsku Uniju i daljnji razvitak određenih grada prometa te transportnih i industrijskih sektora, a radi toga upravo dolazi razvoj i uvođenje ITS-a. Hrvatska drži korak s Europom i svijetom po pitanju implementacije ITS arhitekture u cijeloj državi i regijama ali još dosta toga se treba popraviti. Regionalna arhitektura doprinosi optimizaciji raznih elemenata sustava te pomaže razvoju sigurnosti sustava. Pošto se svakim danom otkriju neka nova rješenja i tehnologije, samim time u budućnosti će regionalna ITS arhitektura biti sve bolja i zastupljenija diljem svijeta.

LITERATURA

- [1] -Bošnjak I., INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI -ITS 1, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2006.
- [2] -Vujić, M: Materijali za predavanja iz kolegija *Arhitektura inteligentnih transportnih sustava*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb ak. godina 2019/20.
- [3] -Jolić N., LOGISTIKA I ITS, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2006.
- [4] <https://frame-online.eu/wp-content/uploads/2014/10/PlanningGuideSR.pdf> (pristupljeno 4.6.2021.)
- [5] Ezgeta, D., INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI, Fakultet za saobraćaj i komunikacije, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo 2018.
- [6] Horvat, M., Završni rad, ARHITEKTURA NAPREDNIH SUSTAVA INFORMIRANJA PUTNIKA, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2016.
- [7] U.S. Department of Transportation: "Research, Development and Technology Strategic Plan, Fiscal year 2012-2018.", 2013.
- [8] Matic, M., Završni rad, EUROPSKA KOMUNIKACIJSKA ITS ARHITEKTURA, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2016.
- [9] MPO, Document, REGIONAL INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, Bloomington/Monroe, Adopted September 12, 2008. (pristupljeno 10.6.2021.)
- [10] <https://rno-its.piarc.org/en/its-basics-what-its-basic-its-concepts/stakeholders> (pristupljeno 1.7.2021.)
- [11] Škorput, P: Materijali za predavanje iz kolegija *Upravljanje incidentnim situacijama u prometu*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb ak. godina 2019/20.
- [12] <https://ops.fhwa.dot.gov/publications/regitsarchguide/> (pristupljeno 20.7.2021.)
- [13] DeKalb-Sycamore Area Regional Intelligent Transportation Systems (ITS) Architecture, FINAL REPORT, November 2006. (pristupljeno 20.7.2021.)
- [14] MINISTRY OF WORKS MALAYSIA, HIGHWAY PLANNING DIVISION, MALAYSIAN ITS BLUEPRINT, 2019-2023. (pristupljeno 20.7.2021.)
- [15] Ricardo Salazar, Alvaro Pachon, METHODOLOGY FOR DESIGN OF AN INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEM (ITS) ARCHITECTURE FOR INTERMEDIATE COLOMBIAN CITY, 2018. (pristupljeno 21.7.2021.)
- [16] Vlada Republike Hrvatske, Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, NACIONALNI PROGRAM ZA RAZVOJ I UVOĐENJE INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA U CESTOVNOM PROMETU ZA RAZDOBLJE OD 2014. DO 2018. GODINE. (pristupljeno 22.7.2021.)
- [17] Nippon Koei CO, Japan International Cooperation Agency, STUDY ON THE INTRODUCTION OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS IN THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRASIL, Final Report, June 2013. (pristupljeno 25.7.2021.)
- [18] https://www.elpasompo.org/media/ITSArchitecture/EI%20Paso%20ITS%20Architecture%20Report_Final_03-2021.pdf (pristupljeno 28.7.2021.)
- [19] <https://teo.fdot.gov/architecture/index.html> (pristupljeno 1.8.2021.)

- [20] Florida Department of Transportation, Florida Department of Transportation Systems Engineering and Intelligent Transportation Systems (ITS) Architecture Procedure, February 7, 2020. (pristupljeno 1.8.2021.)
- [21] <https://www.itscanada.ca/about/architecture/index.html> (pristupljeno 3.8.2021.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Tijek razvoja ITS arhitekture.....	2
Slika 2. Primjer logičke arhitekture.	5
Slika 3. Prikaz europske ITS arhitekture.	9
Slika 4. Proces evaluacije sustava.....	10
Slika 5. Proces razvoja kompleksnih sustava s reevaluacijom.	11
Slika 6. Geografski položaj.....	12
Slika 7. Proces otkrivanja zahtjeva.	14
Slika 8. Program kvalifikacijske strategije.	14
Slika 9. Prikaz analize korisničkih zahtjeva.	16
Slika 10. Evolucija korisničkih zahtjeva.	17
Slika 11. Lista dionika arhitekture.	20
Slika 12. DeKalb ITS inventar sustava.....	21
Slika 13. Gradsko područje Rio de Janeira.	26
Slika 14. El Paso područje za planiranje.	27



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ završni rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ završnog rada

pod naslovom **Zahtjevi regionalne arhitekture inteligentnih transportnih sustava**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 21.8.2021 _____

Studentica:

Bišćan

(potpis)