

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

Marino Klarić

**Informacijski sustavi u funkciji unapređenja
tehnoloških procesa u prometu**

DIPLOMSKI RAD

Rijeka, 2013.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

**Informacijski sustavi u funkciji unapređenja
tehnoloških procesa u prometu**

Kolegij: Tehnološki procesi u prometu
Mentor: dr.sc. Svjetlana Hess
Student: Marino Klarić
JMBAG: 0112031236
Studij: Tehnologija i organizacija prometa

Rijeka, rujan, 2013.

SADRŽAJ

1. UVOD	3
2. INFORMACIJSKI SUSTAVI	4
3. INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI (ITS).....	5
3.1. Inteligentni sustavi u cestovnom prometu	7
3.1.1 Bežične tehnologije.....	7
3.1.2. Plutajući auto podatak.....	7
3.1.3. Sensing tehnologije	8
3.1.4. Video za otkrivanje vozila	8
3.1.5. Inteligentne transportne aplikacije	8
3.2. Tehnologija korištena u inteligentnim sustavima informiranja putnika i vozača	12
3.2.1. Promjenjivi elektronički znakovi.....	12
3.2.2. RDS (eng. <i>Radio data system</i>)	13
3.2.3. TMC (eng. <i>Traffic Message Channel</i>)	13
3.2.4. GSM (eng. <i>Global System for Mobile Communications</i>)	14
3.2.5 GPS (eng. <i>Global Positioning System</i>)	14
3.3. Značajke ITS-a u poboljšanju sigurnosti u prometu	16
3.4. Cestovni meteo informacijski sustav hrvatskih cesta	19
3.4.1. Konfiguracija i arhitektura sustava	19
3.4.2. Programska podrška sustava	20
3.4.3. Sučelje prema korisniku.....	21
3.4.4. Primjena umjetnih neuronskih mreža za kratkoročnu prognozu	22
4. INFORMACIJSKI SUSTAVI U ŽELJEZNIČKOM PROMETU	23
4.1. Automatizam procesa.....	23
4.2. Konfiguracija sustava.....	24
4.3. Video – komunikacijski sustavi SNCF-a.....	25

5. INTELIGENTNI SUSTAVI U POMORSKOM PROMETU	28
5.1. RFID (<i>eng. Radio-frequency identification</i>) tehnologija u logistici kontejnera i SOA (<i>eng. Service Oriented Architecture</i>) pristup	28
5.2. SOA kao rješenje pristupa	29
5.3. Proces analize i modifikacija RFID tehnologije	32
5.3.1. Struktura procesa	33
5.3.2. Analiza potprocesa br. 09. isporuke prekomorskim brodom	34
5.3.3. Modifikacije potprocesa br. 09. isporuke prekomorskim brodom	35
5.4 Prednosti SOA dizajna na kontejnerskom terminalu	35
5.5. Simulacija aktivnosti prijevoza u automatiziranim kontejnerskim terminalima	36
5.6. Simulacijsko modeliranje lučkih kontejnerskih terminala	39
6. ZAKLJUČAK	41
LITERATURA	42
POPIS SLIKA	43

1. UVOD

Informacijski sustavi u funkciji unapređenja tehnoloških procesa u prometu su zapravo inteligentni transportni sustavi u prometu koji se sve više nastoje uvesti u većinu razvijenih zemalja da bi se u konačnici olakšalo odvijanje prometa te naravno poboljšala sigurnost odvijanja prometa. Naime, većina razvijenijih zemalja već je uvelike uhodana s korištenjem ITS-a, i to ne samo u prometu. ITS (*eng. Intelligent Transportation System*) je novija tehnologija koja se koristi u raznim granama i aspektima kako bi unaprijedila i ubrzala razne složene procese.

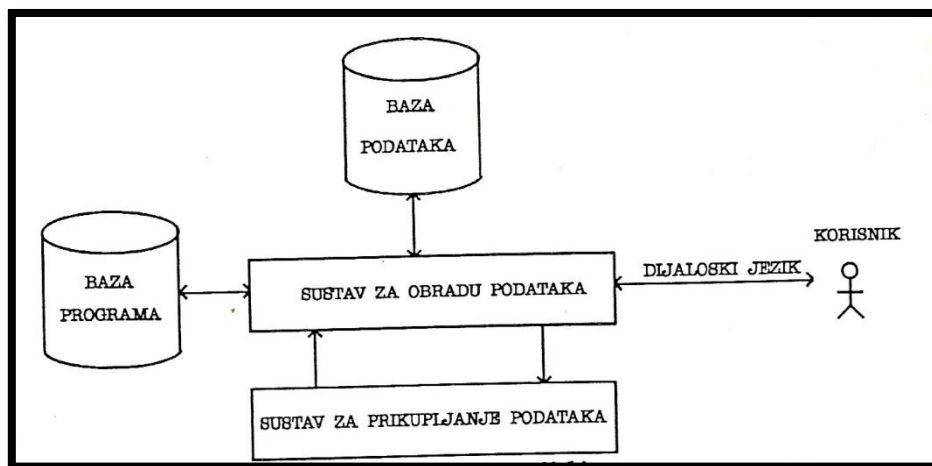
Cilj rada je prikazati učinkovitost i korisnost primjene ITS-a u svim aspektima, a naročito u prometu (cestovnom, željezničkom i pomorskom). Sigurnost i kvaliteta prometa glavni su čimbenik uvođenja ove tehnologije. Smatra se da će se potpunim uvođenjem doprinijeti smanjenju broj zastoja u prometu i čekanja, a što je još važnije i smanjenju broja prometnih nezgoda i stradanja. Svrha rada može se gotovo poistovjetiti s ciljem jer je svrha naravno čitatelja upoznati s načinom funkcioniranja ITS tehnologije, poznatim vrstama te količinom učinkovitosti u zemljama u kojima se ITS primjenjuje.

Pri izradi rada koristila se dostupna literatura, i to ponajviše istraživački članci i Internet izvor. Važno je napomenuti da je većina literature bila dostupna isključivo na engleskom jeziku.

Rad se sastoji od pet poglavlja. Drugo poglavlje, ukratko je dana definicija informacijskih sustava i njegove strukture. Treće poglavlje orijentirano je na inteligentne transportne sustave te na pojašnjavanje tehnologije ITS-a., kao i na tehnologije korištene u inteligentnim sustavima informiranja putnika i vozača te meteo informacijski sustav na Hrvatskim cestama koji čini osnovu za kvalitetnu provedbu prometovanja s obzirom na meteorološke parametre koji znatno utječu na sigurnost, funkcionalnost i ekonomičnost cestovnog prometa i kao takav mora biti uspostavljen na osnovama koje će omogućavati brzu izmjenu informacija i kvalitetnu reakciju. Četvrto poglavlje govori o inteligentnim sustavima u željezničkom prometu, na primjeru SNCF (*fran. Société Nationale des Chemins de Fer*) francuske nacionalne željeznice. Inteligentni sustavi u pomorskom prometu tema su petog poglavlja, koje govori o značaju RFID (*eng. Radio-frequency identification*) tehnologije i SOA modela rješenja. (*eng. Service-oriented architecture*) na kontejnerskom terminalu.

2. INFORMACIJSKI SUSTAVI

Informacijski sustav nekog tehnološkog i/ili organizacijskog sustava je onaj dio tog sustava koji stalno opskrbljuje potrebnim informacijama sve razine upravljanja i odlučivanja u sustavu. Ulazne i izlazne veličine informacijskog sustava su podaci odnosno informacije. Temeljne aktivnosti informacijskog sustava jesu: obuhvat, obrada, čuvanje i razdioba informacija/podataka.



Slika 1. Prikaz informacijskog sustava

Izvor: Gold, H., Kos, V., Nemeč, D., Toš, Z., Trajbar, K.: „informacijski sustavi u željezničkom prometu“, Zagreb, 1993.

Obuhvat podataka podrazumijeva obuhvaćanje (zapisivanje) podataka na nosioce podataka koji su za sustav čitljivi. Suвременa informatička tehnologija omogućava direktan unos podataka, čime se procesi obuhvata i unosa podataka ujedinjuju.¹

¹Gold, H., Kos, V., Nemeč, D., Toš, Z., Trajbar, K.: „informacijski sustavi u željezničkom prometu“, Zagreb, 1993., str. 27.

3. INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI (ITS)

Pojam inteligentni transportni sustav (*ITS – eng. Intelligent Transportation System*) odnosi se na napore za dodavanje informacijske i komunikacijske tehnologije za tehnologiju prijevoza i vozila u nastojanju da će se upravljati čimbenicima koji su obično u sukobu jedni s drugima, kao što su vozila, opterećenja, i rute za poboljšanje sigurnosti.²

Interes za ITS dolazi od problema uzrokovanih prometnim gužvama i sinergije nove informacijske tehnologije za simulaciju, real-time kontrolu i komunikacijske mreže. Zagušenje prometa je u porastu u cijelom svijetu kao rezultat povećane motorizacije, urbanizacija, porast broja stanovnika te promjene u naseljenosti. Zagušenje smanjuje učinkovitost prometne infrastrukture i povećava vrijeme putovanja, zagađenje zraka i potrošnju goriva.

Nedavna vladinih aktivnosti u području ITS - posebno u Sjedinjenim Američkim Državama - dodatno motivira i percipira potrebu za domovinskom sigurnošću. Mnogi od predloženih ITS sustavi uključuju nadzor prometnica, koji je prioritet za domovinsku sigurnost. Financiranje mnogih sustava dolazilo bi direktno kroz državne sigurnosne organizacije ili uz njihovo odobrenje. Nadalje, ITS može igrati ulogu u brzini masovne evakuacije ljudi u urbanim centrima, u slučajevima kao što su prirodne katastrofe ili prijetnje. Velik dio infrastrukture i planiranja uključeni su sa svojim paralelama i potrebama za državnu sigurnosti sustava.

U razvijenom svijetu, migracije stanovništva iz ruralnih u urbanizirana staništa napredovala su drugačije. Mnoga područja u zemljama u razvoju su urbanizirana bez značajnih motorizacija. U područjima kao što su Santiago, Čile i slično, visoka gustoća naseljenosti je podržan od strane multimodalnih sustava. Mali dio stanovništva može si priuštiti automobile. Automobili uvelike povećavaju zagušenja u multimodalnom transportnom sustavu. Oni također proizvode znatne količine zagađenja zraka, predstavljaju značajan sigurnosni rizik, i stvaraju osjećaj nejednakosti u društvu. Ostali dijelovi svijeta u razvoju, poput Kine, ostat će u velikoj mjeri ruralni, ali su brzo urbanizirani i industrijalizirani. U tim područjima motorizirana infrastruktura se razvija uz motorizaciju stanovništva. Gradska infrastruktura se brzo razvija, pružajući priliku za izgradnju novih sustava koje sadrže ITS u ranim fazama.

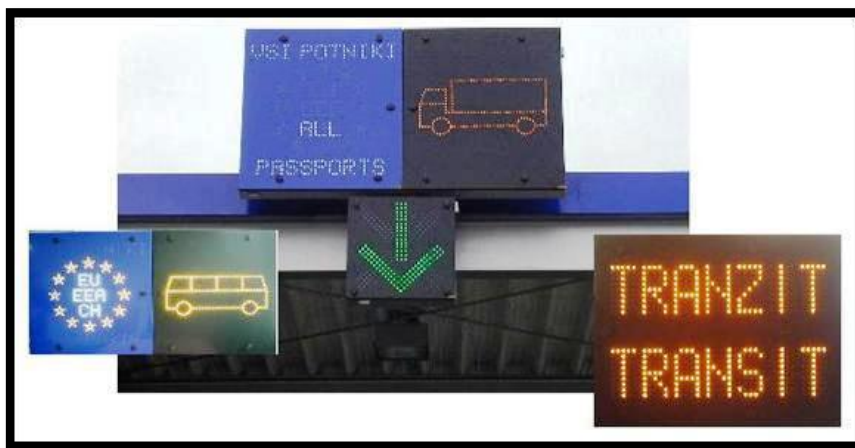
Inteligentni transportni sustavi (ITS) se mogu definirati kao holistička, upravljačka i informacijsko-komunikacijska (kibernetika) nadgradnja klasičnog sustava prometa i prijevoza kojim se postiže znatno poboljšanje performansa, odvijanje prometa, učinkovitiji prijevoz putnika i roba, poboljšanje sigurnosti u prometu, udobnost i zaštita putnika, manja onečišćenja okoliša, itd. ITS je upravljačka i informacijsko-komunikacijska nadogradnja klasičnoga prometnog i transportno-logističkog sustava s bitnim poboljšanjima za mrežne operatore, davatelje usluga, korisnike i društvo u cjelini. ITS pruža 11 temeljnih usluga, jedna od njih je i informiranje putnika.

ITS je sustav koji isporučuje usluge i informacije korisnicima putem distribuiranog informacijskog sustava uz uporabu sučelja koje je prilagođeno korisniku ili pokretnom objektu, bilo u okviru privatnog ili javnog sektora. Sustav ITS

² <http://www.parliament.uk/documents/post/postpn322.pdf>

mora biti konvergentan i otvoren, nudeći s jedne strane primjenu različitih tehnologija interaktivnog i multimedijalnog obilježja, i s druge strane jamčeći cjelovitost djelovanja po cijelom geografskom području, od mikrolokacija, gradova do regija, država i kontinenata. Osnovna svrha implementacije inteligentnog transportnog sustava je podići kvalitetu prometovanja i transporta, poboljšati iskustva vozača i putnika, poboljšati postupke vezane za putovanja ljudi, razmjenu dobra i usluga, te povećati sveukupnu prometnu informacijsku transparentnost. Stoga je glavni cilj izgradnje ITS-a, integracija sustava koji će poboljšati putovanja i prijevoz kroz učinkovitije i sigurnije kretanje ljudi, robe i informacija, uz veću mobilnost, veću učinkovitost goriva i manje zagađenje okoline, tj. sigurniji ekosistem u cijelosti. U skladu s glavnim ciljem mogu se definirati posebni ciljevi koji pobliže opisuju i pojašnjavaju širinu koju obuhvaćaju sustavi ITS: povećavanje radne učinkovitosti i kapaciteta transportnog sustava, povećanje mobilnosti osoba i robe, prevencija i smanjivanje nezgoda i šteta uzrokovanih transportom, smanjena potrošnja energije i dugoročno kontrolirana zaštita okoliša.

Potrebno je također napomenuti da i postojeći prometni sustavi imaju određena svojstva inteligencije iz same logike, jer je i čovjek u pravilu dio tog sustava, ali inteligencija i komunikacija između vozila i objekata nisu kvalitetno umrežene i sustavno organizirane. Osnovnu srž ITS-a čine sustavna upravljačka i informatičko-komunikacijska rješenja ugrađena u mrežnu infrastrukturu, vozila, upravljačke centre i različite komunikacijsko-računalske terminale. Razvoj prometa klasičnom izgradnjom infrastrukture doveli su do problema efikasnosti i zahtjeva za novim usklađenim rješenjima u cestovnom i drugim granama prometa, te njihovim sučeljima s lučkim, kolodvorskim, te logističkim i drugim prometno-transportnim sustavima.



Slika 2. Jednostavan primjer ITS-a

Izvor: <http://www.prometna-signalizacija.com/?lang=hr&pid=320>

3.1. Inteligentni sustavi u cestovnom prometu

Inteligentni transportni sustavi razlikuju se u tehnologijama koje se primjenjuju; od osnovnih sustava upravljanja kao što su auto navigacija, saobraćajni signali kontrole, sustavi upravljanja kontejnerima, promjenljivi prometni znakovi, automatsko prepoznavanje registarskih oznaka ili kamere za praćenje brzine, zatim kao što su sigurnosni sustavi i više naprednih aplikacija koje integriraju žive podatke i povratne informacije iz brojnih drugih izvora, kao što su parking smjernice i informacijski sustavi, vremenska prognoza, most za odleđivanje sustava i slično. Osim toga, tehnike su se razvile kako bi se omogućile napredno modeliranje i usporedbu s povijesnim podacima osnovnih podataka. Nadalje će biti opisane neke od konstitutivnih tehnologija koje se obično provode u ITS-u.

3.1.1 Bežične tehnologije

Različiti oblici bežičnih komunikacijskih tehnologija su predložene za inteligentne transportne sustave.

Radio modem komunikacija na UHF i VHF frekvencije se naširoko koristi za velik odnosno širok raspon komunikacija. Kratkog dometa komunikacije (manje od 500 metara) mogu se ostvariti korištenjem IEEE 802.11 protokola³, posebno TALAS. Teoretski raspon ovih protokola može se produžiti koristeći Mobile ad-hoc mreža ili umrežavanje.

Za duži niz komunikacije predloženo je korištenje infrastrukturne mreže, kao što su WiMAX (IEEE 802,16), Globalni sustav za mobilne komunikacije (*GSM – eng. Global System for Mobile Communication*), ili 3G . Long-range komunikacije koristeći ove metode su dobro uspostavljene ali, za razliku od kratkog dometa, ove metode zahtijevaju opsežne i vrlo skupe infrastrukture implementacije. Tu je nedostatak konsenzusa u tome što bi poslovni model trebali podržati ovu infrastrukturu.

3.1.2. Plutajući auto podatak

Plutajući auto podatak (*FCD – eng. Floating Car Data*), također poznat kao plutajući stanični podataka, je metoda za određivanje brzine prometa na cestovnoj mreži. Ona se temelji na prikupljanju podataka lokalizacije, brzine, smjera kretanja i vremena informacije iz mobitela u vozila koja se pokreću. Ovi podaci su bitan izvor za informacije o prometu i za većinu inteligentni transportni sustavi (ITS). To znači da svako vozilo s aktivnim mobilni telefonom djeluje kao senzor za cestovne mreže. Na temelju tih podataka, zagušenje prometa može se identificirati, putovanje, odnosno dužina puta može se izračunati, a izvješća o prometu mogu brzo biti generiran.

Mjerenjem i analizom mreže podataka, koristeći triangulacija, uzorak podudaranja ili stanica sektoru statistike - u anonimnom obliku - podaci se pretvaraju u točan protok informacija prometa. S više zagušenja, postoji više automobila, više

³ Skupina standarda 802.11 trenutačno sadrži šest načina bežične modulacije signala, koji koriste isti protokol, a najčešći načini su definirani a, b i g dodacima izvornog standarda; sigurnosne odredbe su naknadno dodane i okupljene su u 802.11i dodatku. Ostali dodatci ove porodice (c-f, h-j, n) su servisna podoljšanja i proširenja ili ispravke prijašnjih odredbi

mobitela, te stoga više sonde. U velegradska područja, udaljenost između antena je kraća i dakle, točnost se povećava. Nema potrebe za gradnjom infrastrukture uz cestu, već se samo postojeća mreža mobilnih telefona može iskoristiti. U nekim gradskim područjima koristi se RFID signala iz ETC (eng. *Electronic Toll Collection*) transpondera. Tehnologija plutajućih auto podataka pruža velike prednosti u odnosu na postojeće metode mjerenja prometa:

- znatno jeftiniji od senzora ili kamere,
- više pokrivenost: sva mjesta i ulice,
- brže postavljanje (bez radne zone) i manje održavanja,
- radi u svim vremenskim uvjetima, uključujući i jaku kišu

Vrijeme putovanja te podaci o autoputovima također se prikupljaju pomoću senzora na osnovu Bluetooth tehnologije.

3.1.3. Sensing tehnologije

Tehnološki napredak u oblasti telekomunikacija i informacijske tehnologije u kombinaciji sa stanjem mikročipa, RFID (eng. *Radio Frequency Identification*), i jeftini inteligentni svjetionik sensing tehnologije imaju poboljšane tehničke mogućnosti koje će olakšati sigurnosne prednosti vozač za inteligentne transportne sustave na globalnoj razini.

Infrastrukturni senzori su neuništivi (kao u-road reflektori) uređaja koji su instalirani ili ugrađeni na cesti ili u neposrednoj okolini cesta (zgrade, stupovi, znakovi) kao obavezna infrastruktura, i može ih se ručno širiti tijekom preventivnih izgradnja cesta ili održavanja.

3.1.4. Video za otkrivanje vozila

Mjerenje protoka prometa i automatskim otkrivanjem incidenta pomoću video kamera je još jedan oblik detekcije vozila. Budući da video sustavi za otkrivanje poput onih koje se koriste za automatsko prepoznavanje registarskih oznaka ne uključuje instaliranje bilo koje od komponenti izravno na kolniku, ovaj tip sustava je poznat kao "ne-nametljiva" metoda detekcije prometa. Kamere su obično postavljene na stupove ili konstrukcije iznad ili uz kolnik. Većina video sustava za otkrivanje zahtijeva neke početne konfiguracije za "naučiti" procesor slike. To obično uključuje unos poznatih mjerenja kao što su udaljenost između linija ili visina kamere iznad kolnika. Pojedini video procesor detekcije može otkriti promet istodobno jedne do osam kamera, ovisno o marki i modelu.

3.1.5. Inteligentne transportne aplikacije

Elektronska naplate cestarine (ENC) omogućuje vozilu proći kroz vrata cestarina u punoj brzini, smanjenje zagušenja na naplatnim postajama i automatizaciju naplate cestarine. Izvorno ETC sustavi su korišteni za automatizaciju naplate

cestarine, ali novije inovacije koristiti ih da bi se izvršilo zagušenja cijene kroz kordon zone u centru grada.⁴

Elektronička naplata cestarine (ENC) metoda je beskontaktna naplata bez posredovanja blagajnika, a proces naplate cestarine odvija se pomoću ENC-uređaja smještenog na vjetrobranskom staklu vašeg vozila i antene na naplatnoj stazi. ENC-uređaj mogu koristiti korisnici I., III. i IV. skupine vozila. Minimalni iznos koji trebate uplatiti u Hrvatskoj je 100 kuna. Možete ga višekratno nadopunjavati na željeni iznos i koristiti u razdoblju koje vama odgovara, jer ENC nema vremenskog ograničenja korištenja.

Kupnjom ENC uređaja i pravilnom uporabom, omogućili će se brže i lakše plaćanje cestarine.

Do prije nekoliko godina većina ENC sustava temeljila se na korištenju radio uređaja u vozilu koja su se koristila za identifikaciju vozila. Drugi sustavi koji se koriste uključuju barkod naljepnice, prepoznavanje registarske pločice, infracrvena komunikacija sustava i slično.

Provođenje kamera u prometni sustav, koji se sastoji od kamere i uređaja za monitoring vozila, koristi se za otkrivanje i identifikaciju vozila te prekoračenja ograničenja brzine. Aplikacije uključuju:⁵

- brze kamere koje identificiraju vozila koje putuje preko dozvoljene odnosno ograničene brzine. Mnogi takvi uređaji koriste radar za otkrivanje brzine ili elektromagnetske petlje zakopane u svakoj prometnoj traci ceste,
- crveno svjetlo kamere koje detektira vozila koja prelaze liniju,
- kamere za autobusnu traku koje identificiraju vozila koja putuju u stazama rezerviranim za autobuse. U nekim jurisdikcijama, autobusne trase također se mogu koristiti za taksi ili slično,
- kamere koje identificiraju vozila koja prelaze željezničke prijelaze na mjestima gdje to nije dozvoljeno,
- kamere koje identificiraju vozila koja prelaze duple linije,
- kamere na raskrižjima; ovaj tip kamere se uglavnom koristi u gradovima ili jako naseljenim područjima.

Nedavno se u pojedinim državama počelo s eksperimentiranjem s promjenjivim ograničenjem brzine koja se mijenja s obzirom na zagušenje na cestama i sličnim čimbenicima. Cilj je naravno smanjenje broja prometnih nezgoda te jednostavniji protok prometa. Nastoji se ne raditi promjene ograničenja brzine u lošim uvjetima već da se isto primjenjuje i regulira i u dobrim uvjetima.

⁴ Prometna zona; URL: <http://www.prometna-zona.com/cestovni-cestarina.html>

⁵ Intelligent transportation system ; URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent_transportation_system



Slika 3. Primjer sustava koji regulira promjenjiva ograničenja brzine kretanja po cestama

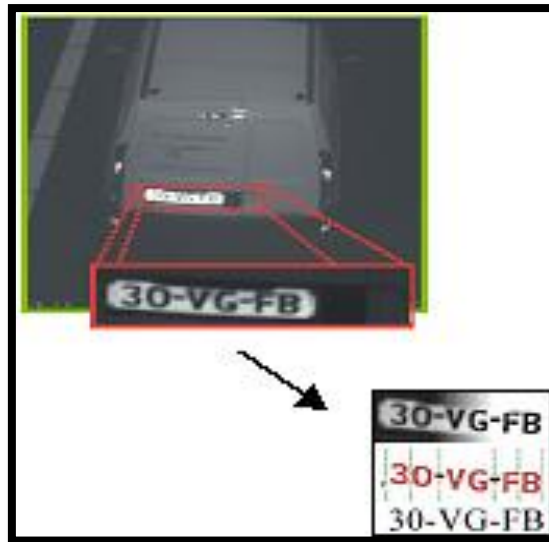
Izvor: <http://www.prometna-signalizacija.com/index.php?lang=hr&pid=320>

Znatan broj teških prometnih nesreća uzrokovan je velikim brzinama vozila neprilagođenim prometnici i trenutnim uvjetima u prometu. Stoga je kontrola brzine jedna od najvažnijih mjera za povećanje sigurnosti na cestama. U dosadašnjoj praksi većina postupaka kontrole brzine vozila temelji se na mjerenju trenutne brzine na pojedinim točkama prometnice. Na ovaj način može se u određenoj mjeri primorati vozače na sporiju vožnju u blizini kontrolnih točaka, međutim nameću se pitanja: kako osigurati uravnoteženi tok prometa na duljim dionicama prometnice i kod vozača stvoriti kulturu poštivanja prometnih pravila i znakova ograničenja brzine.

U Republici Hrvatskoj, kao odgovor na ova pitanja, a sljedeći suvremene svjetske trendove u prometnim tehnologijama, Peek⁶ je razvio sustav za automatsko prepoznavanje i praćenje vozila koji se između ostalog koristi i za kontrolu brzine na principu detekcije vozila i mjerenja prosječne brzine na dionicama prometnice.

Na mjernim točkama vozila se detektiraju i snimaju te se vrši automatsko optičko prepoznavanje registarskih tablica. Podaci s mjernih točaka šalju se centralnom serveru koji na osnovu podataka o vozilu, vremenu i prijeđenom putu računa prosječnu brzinu svih vozila na svakoj dionici. Ako je neko vozilo prekoračilo maksimalnu dozvoljenu brzinu, generira se prekršaj. Obrada prekršaja može biti automatska (sustav generira kaznu za vozača koristeći podatke iz policijske baze) ili ručna (operator na *Back-office* računalu). Sustav također omogućava automatsko slanje podataka policijskoj ophodnji o vozilima koja su prekoračila brzinu ili se nalaze na listi traženih vozila.

⁶ Specijalizirani isporučitelj signalne opreme i proizvođa Peek; URL: <http://www.peek.hr/roadrunner>

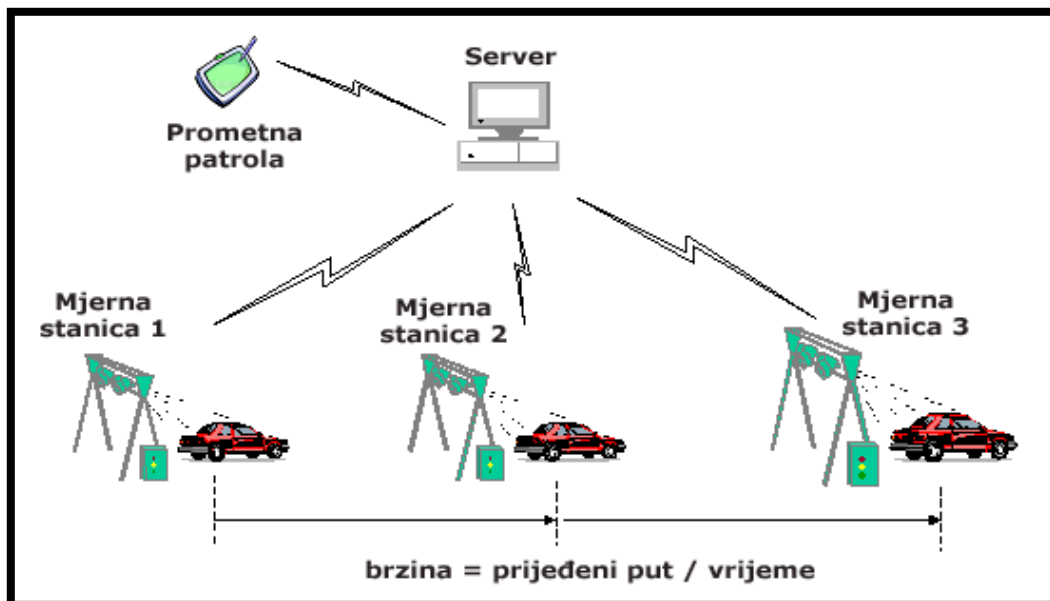


Slika 4. Princip očitavanja tabelarnih oznaka

Izvor: <http://www.peak.hr/roadrunner.htm>

Prednosti sustava za automatsku kontrolu prosječne brzine nad klasičnim metodama:

- moguće je kontrolirati brzinu na znatno većem području (proizvoljno velike dionice),
- vozači ne mogu izbjegavati kontrolne točke (usporavanje, obilaženje),
- kontrola brzine se vrši 24 sata na dan,
- postiže se efekt ujednačenja brzine vozila na većim dionicama prometnice čime se znatno podiže sigurnost sudionika u prometu, smanjuju se gužve i stres kod vozača, buka i zagađenje okoliša,
- pravedniji način kontrole i kažnjavanja vozača,
- automatizira se obrada prekršaja i kazni.



Slika 5. Princip rada sustava za automatsku kontrolu prosječne brzine

Izvor: <http://www.peak.hr/roadrunner.htm>

3.2. Tehnologija korištena u inteligentnim sustavima informiranja putnika i vozača

Svakim danom tehnologija napreduje. Svake godine najjači računalni procesor udvostručuje svoju snagu i taj napredak prate i informacijski sustavi. Naravno ne u tim razmjerima, tj. ne pojavljuju se svake godine dvostruko poboljšani sustavi ali tehnologija se redovito modernizira i stvaraju se nove tehnologije koje pomažu korisniku. Tako su u svijetu jedni od popularnijih sustava:

- Promjenjivi elektronički znakovi (najmoderniji koriste „LED“ tehnologiju)
- RDS (*eng. Radio data System*),
- TMC (*eng. Traffic Message Channel*)
- GSM (*eng. Global System for Mobile*)
- GPS (*eng. Global Positioning System*)itd.

3.2.1. Promjenjivi elektronički znakovi

Promjenjivi elektronički znakovi su prometni znakovi koji pomoću električne energije daju informacije o posebnim situacijama na prometnicama. Oni mogu upozoravati na nezgode, kolone, radove na cesti, ograničenja brzine, nepovoljne vremenske uvjete i sl. U urbanim sredinama mogu se pronaći na parkirališnim površinama gdje mogu pokazivati preostala slobodna mjesta.

Modernizacijom su se pojavili LED prometni znakovi. Oni sadrže naprednu mikrokontrolersku tehnologiju s mogućnošću daljinskog upravljanja. Osnovne karakteristike su:

- aluminijsko kućište,
- crna mat zaštitna prednja ploča,
- mogućnost povezivanja sa semaforskim uređajima,
- zaštita od elektromagnetskih smetnji i prenapona,
- strujno kontrolirane LE diode,
- ugrađen mikrokontroler,
- svjetlosni senzor,
- pulsno širinska modulacija regulacije intenziteta,
- detekcija greške na razini jedne LE diode ili modula,
- modularna izvedba osigurava bilo kakav prikaz simbola,
- mogućnost solarnog napajanja.



Slika 6. Promjenjivi znak sa LED diodama

Izvor: <http://www.metroroadsystems.com>

3.2.2. RDS (eng. *Radio data system*)

RDS stoji za “*Radio Data System*” i predstavlja uslugu koju daju radiopostaje. Pored programa koji se čuje odašilju se i dodatne informacije u obliku šifriranih digitalnih signala, koje mogu analizirati radiouređaji prikladni za RDS. Odašiljanjem imena odašiljača (Program Service) u radiju se ne prikazuje frekvencija emitiranja nego ime dotičnog odašiljača.

Podatak o alternativnim frekvencijama omogućuje prijam najbolje frekvencije programa koji se sluša. Kad signal postane slabiji radio automatski mijenja na novu frekvenciju emitiranja iste postaje. “*Traffic Announcement*” prosljeđuje poruke o prometu prethodno namještenom glasnoćom i onda kad se slušaju drugi izvori (CD ili kasete) ili kad je uključen bezvučni modus radija. Osim toga se u lancu odašiljača automatski mijenja s nekog odašiljača koji ne emitira poruke o prometu na odgovarajućeg odašiljača koji takve poruke emitira. Dodatne informacije odašiljača o emitiranom programu, kao što su ime emisije ili ime izvođača glazbe, prenose se preko radioteksta.

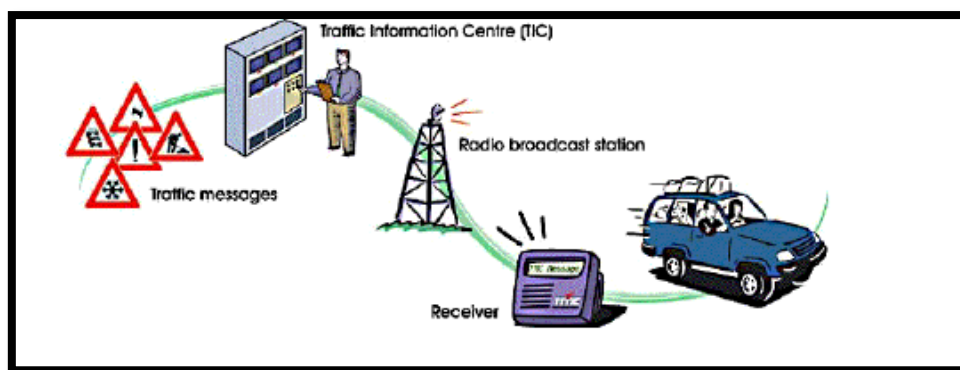


Slika 7. RDS sustav u automobilu

Izvor: <http://www.volkswagen.hr>

3.2.3. TMC (eng. *Traffic Message Channel*)

Kod TMC-a (kanal za emitiranje vijesti o prometu) se radi o digitalnom data-kanalu prometnog radija, koji raspolaže stalno aktualiziranim podacima o odvijanju prometa. Navigacijski sustavi s dinamičnim vođenjem k odredištu koriste te podatke i na prethodno odabranom pravcu provjeravaju stanje u prometu te posebno tijekom prometa do 200 kilometara u smjeru odredišta. Ako „*Traffic Message Channel*“ na odabranom pravcu javi zastoje ili neku drugu smetnju u prometu, navigacijski sustav automatski određuje obilazni put u smjeru unesenog odredišta i odgovarajuće mijenja vođenje rutom, a da vozač ne mora učiniti ništa. Pritom navigacijski sustav uzima u obzir i vrijeme potrebno za obilazak. Ako je to vrijeme dulje nego što bi bio prolazak kroz zastoje, onda se obilazak ne bira. Prijenos podataka se odvija digitalno i neovisno o jeziku. Prikaz se odvija na odgovarajućem podešenom jeziku korisnika

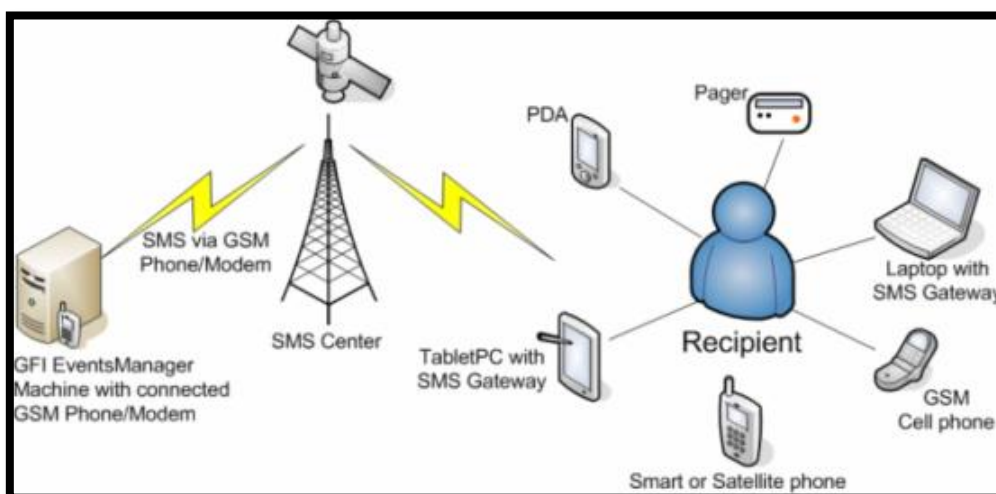


Slika 8. Prikaz toka informacija koristeći TCM

Izvor: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com>

3.2.4. GSM (eng. *Global System for Mobile Communications*)

Standard za drugu generaciju digitalnih mobilnih mreža koji se također može iskoristiti za informiranje putnika i vozača. Vlasnici mobilnih telefona mogu na zahtjev, te u bilo koje doba dobiti informaciju u stanju na prometu. Posrednik je prometni informacijski centar koji raspolaže željenim informacijama.



Slika 9. Prikaz toka informacija koristeći GSM

Izvor: [www.http://support.gfi.com](http://support.gfi.com)

3.2.5 GPS (eng. *Global Positioning System*)

Kako navigacijski sustav pronalazi put? Preduvjet za to da elektronički "izviđač" daje točne preporuke za vožnju jest "Global Positioning System". Kod tog sustava prvotno napravljenog za vojne svrhe, 24 satelita na pravilnim putanjama kruže oko Zemlje. Ti sateliti stalno šalju signale, koje mjere GPS-prijamnici. Za točno određivanje položaja s točnošću od cca 10 metara moraju se primati signali s tri

satelita. Tu informaciju navigacijski sustav zajedno s pohranjenim kartama prometnica pretvara u preporuke za vožnju. Preko GPS-a se sada može odrediti i lokacija ukradenih vozila koja su opremljena specijalnim sensorima.

GPS je postao glavno uporište transportnih sustava širom svijeta, osiguravajući navigaciju za avijaciju, kopnene i pomorske operacije

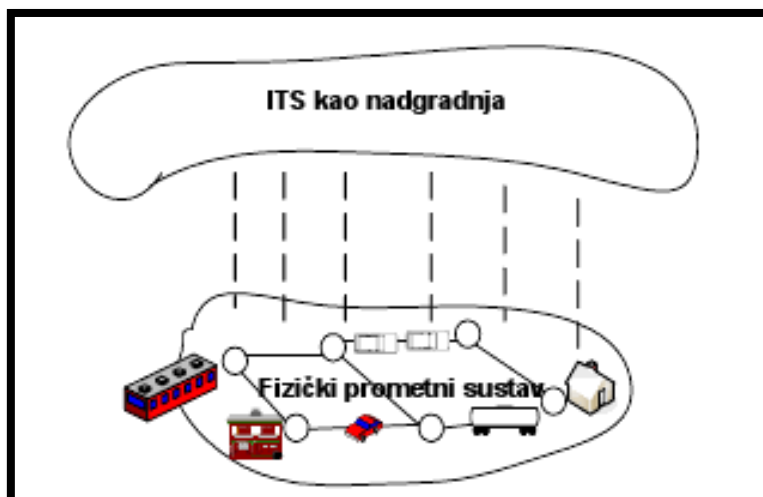


Slika 10. Uobičajeni GPS sustav u automobilima

Izvor: <http://marketplayground.com>

3.3. Značajke ITS-a u poboljšanju sigurnosti u prometu

Za sustavno istraživanje prometne sigurnosti najvažnije je da se dobro razumije složena interakcija između čovjeka, vozila i ceste, odnosno prometnice. Ove su interakcije vrlo važne kako za sigurnost i upravljanje prometom tako i za samo stvaranje odnosno dizajniranje prometnica. Pogrešno ponašanje sudionika u prometu najčešći su uzrok za pojavu prometnih nesreća.



Slika 11. ITS kao nadgradnja klasičnog prometnog sustava

Izvor: http://www.its-croatia.hr/index.php?option=com_docman&task

Proučavanje ponašanja vozila i vozača na cesti moguće je temeljiti na polaznom modelu: “vozač-vozilo-okolina”⁷. Radi se o kompleksnim mehaničkim, biomehaničkim, psihološkim i drugim relacijama koje određuju ponašanje promatranog dinamičkog sustava s osnovnim komponentama. Američki pristup uključuje i politiku (u užem smislu prometnu politiku) kao poseban utjecajni čimbenik koji značajno utječe na stanje sigurnosti u prometu. On se ogleda kako kroz zakonodavnu i policijsko-nadzornu sastavnicu sigurnosti prometa, tako i kao opći stav politike i društva u cjelini prema ovom gorućem problemu. Neke analize upućuju da će se do značajnih poboljšanja sigurnosti u prometu doći samo ako se ukupni stav društva i političke elite promjeni u tom smislu.⁸

Mogućnosti ITS-a u poboljšanju sigurnosti u prometu može se sagledavati kroz nekoliko tehnoloških cjelina odnosno značajki. Osnovne, ključne cjeline mogu se svrstati u tri skupine :

- sustavi vezani uz infrastrukturu (ceste, mostovi, tuneli...),
- sustavi vezani uz vozila,
- sustavi vezani uz kooperacije.

Kao najznačajniji predstavnici prve skupine su:

⁷ Cerovac, V.; Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2001., str. 56.

⁸ Bošnjak I., Mandžuka S., Šimunović Lj.; „Mogućnosti inteligentnih transportnih sustava u poboljšanju stanja sigurnosti u prometu“, Fakultet prometnih znanosti Zagreb; URL: <http://www.mmpi.hr/UserDocsImages/Sadko-Mandzuka-FPZ.pdf>

- sustavi upravljanja prometom na autocestama (ramp meterinig- promjenljivi prometni, znakovi),
- detekcija incidenata u prometu,
- sustavi za potporu provedbe zakona (mjerenje brzine i video zapis nedozvoljenih radnji),
- napredni postupci upravljanja prometom na križanjima,
- napredni sustavi upozorenja,
- sustavi na pružnim prijelazima,
- cestovni meteo sustavi.

U posljednje vrijeme pozornost značajno privlače sustavi kojima se opremaju vozila, a koji značajno unapređuju sigurnost vožnje. Njihova temeljna podjela je na autonomne sustave i sustave namijenjene savjetu vozača:

- ABS – *eng. Anti Blocking System* (regulacija sile kočenja),
- ASS – (*eng. Active Systems of Stabilisation*) aktivni sustavi stabilizacije,
- AYC – (*eng. Active Yaw System*) aktivni sustavi za kontrolu zanošenja vozila,
- LDWS – (*eng. Lane Departure Warning System*) sustavi upozorenja napuštanja cestovne trake,
- ACS – (*eng. Active Speed Control Systems*) sustavi kontrole brzine i držanja odstojanja,
- APS – (*eng. Advanced Parking Solution*) automatski parking sustav,
- BLIS – (*eng. Blind Spot Information System*) poboljšanje stražnje preglednosti.

Danas se najznačajnija istraživanja rade u području kooperativnog upravljanja vozila i njegovog okruženja (druga vozila, cestovna infrastruktura, centri vođenja prometa, križanja i dr.). U tom smislu danas su uveliko izgrađeni i djelomično normirani standardi za pojedine oblike komunikacije (V2V- vozilo s vozilom, V2R- vozilo s cestom). Djelotvorni sustavi u ovom području mogu se razvrstati u sljedećim podjelama:

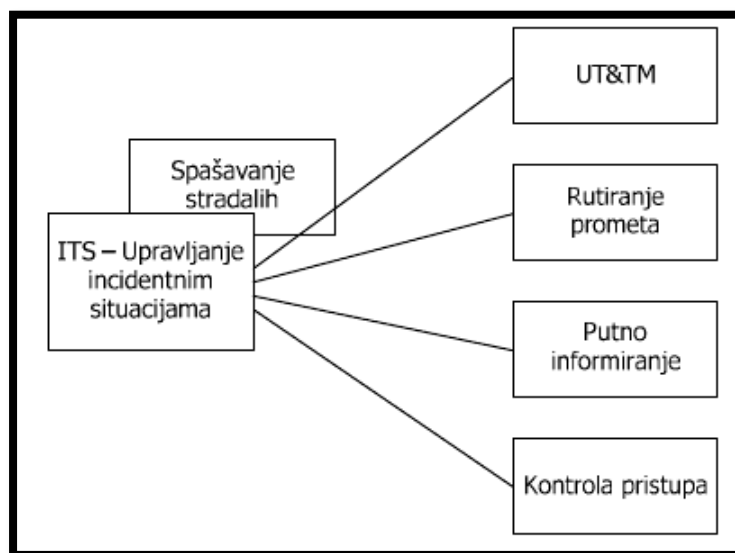
- navigacijski sustavi i sustavi putnog informiranja,
- upravljanje vozilima žurnih službi,
- inteligentni sustavi upravljanja brzinom,
- sustavi potpore komercijalnim vozilima.

Posebna se pozornost pridodaje sustavima upravljanja vozilima žurnih službi te inteligentnim sustavima upravljanja brzinom. Oba ova sustava značajno unapređuju stanje sigurnosti u prometu. Važno je istaknuti da se u svim relevantnim svjetskim studijama u mogućnosti ITS-a u poboljšanju sigurnosti u prometu ukazuje da ITS i pripadne tehnologije nisu zamjena za ljudski mozak i njegove sposobnosti obrade složenih informacija, prosuđivanja i poduzimanja odgovarajućih akcija. Ove tehnologije samo poboljšavaju sposobnost vozača da čini dobre i sigurne odluke.⁹ U tom pogledu ITS nije niti zamjena za neke druge čimbenike poput policijskog nadzora nad prometom, koji također bitno definiraju stanje sigurnosti u prometu.

⁹ Regan M., Oxley J., Godley S., Tingvall C.; Intelligent transport systems: Safety and human factors issues, RACV, 2001.

Zbog specifičnog karaktera prometnih nesreća s najtežim posljedicama od posebnog je interesa sustav upravljanja incidentnim situacijama u prometu. Upravljanje incidentnim situacijama je koordiniran skup aktivnosti kojima se pomaže unesrećenima, uklanjaju vozila i normalizira prometni tok nakon nastanka prometne nezgode ili druge incidentne situacije kao što je kvar vozila primjerice. Brzi koordiniran odaziv policije i drugih žurnih službi (prva pomoć, vatrogasci...) ključni su zahtjevi pri nastanku prometnih nezgoda ili drugih incidentnih situacija na prometnicama. Sustav upravljanja incidentnim situacijama usko je vezan s drugim podsustavima upravljanja prometom u gradu, odnosno drugim podsustavima. Iduća slika prikazuje opisano stanje.

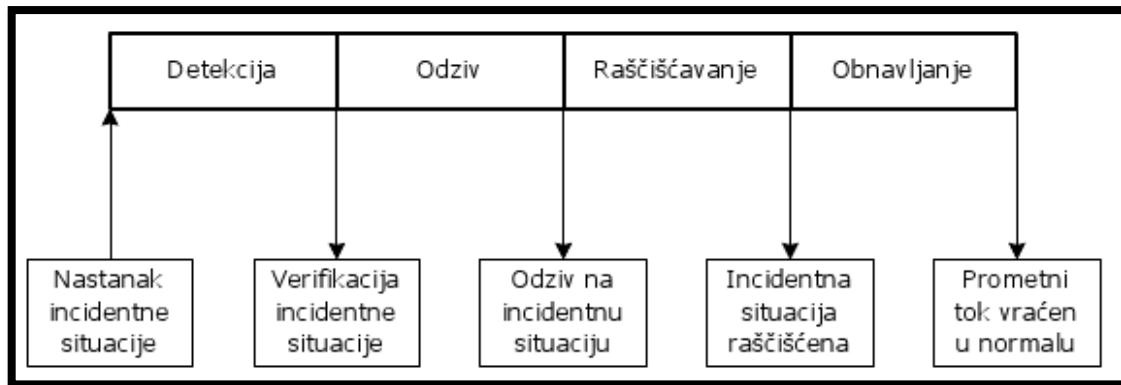
Spašavanje stradalih u prometnim nezgodama RSIM (*eng. Rescue service incident management*) predstavlja jednu od traženijih implementacija ITS-a u razvijenim zemljama. Nakon nastanka prometne nezgode iz vozila se aktivira signal (aktiviranjem zračnog jastuka ili ručno) i šalje do RSIM centra. Pozicija vozila se precizno utvrđuje preko globalnih satelitskih pozicijskih navigacijskih sustava. Sustavi automatskog praćenja i davanja prioriteta omogućuju najbližem vozilu da najkraćom rutom dođe do mjesta nezgode.



Slika 12. Integracija sustava IM (incidentne situacije)

Izvor: http://www.its-croatia.hr/index.php?option=com_docman&task

Proces IM (*eng. Information Management process*) ima četiri sekvencijalne faze. Detekcija je prostorno vremensko određivanje incidentne situacije, verifikacija je određivanje tipa i lokacije. Sve do pojave naprednih ITS rješenja dominantan način detekcije bile su redovite policijske ophodnje. Prometna policija u pravilu koordinira aktivnosti i komunikacije do „raščišćavanja“ situacije.



Slika 13. Četiri faze IM procesa

Izvor: http://www.its-croatia.hr/index.php?option=com_docman&task

Brze i precizne aktivnosti IM-a umanjuju negativne posljedice kao što su čekanje, prometno zagušenje i sekundarno izazvane prometne nezgode. Brzi dolazak medicinske pomoći odlučujući je za spašavanje života teško stradalih. GIS tehnologija i ekspertni sustavi za donošenje odluka uključeni u ITS omogućuju točnu detekciju, brz odziv i bolju koordinaciju različitih organizacija uključenih u IM.

3.4. Cestovni meteo informacijski sustav hrvatskih cesta

Cestovno-meteorološki monitoring je osnova za kvalitetnu provedbu prometovanja s obzirom na meteorološke parametre koji znatno utječu na sigurnost, funkcionalnost i ekonomičnost cestovnog prometa i kao takav mora biti uspostavljen na osnovama koje će omogućavati brzu izmjenu informacija i kvalitetnu reakciju. Za podršku radu i boljem korištenju resursa zimske službe te za povećanje sigurnosti prometa u zimskim uvjetima, Hrvatske ceste su, na glavnim cestovnim pravcima gdje se i najintenzivnije odvijaju aktivnosti zimske službe, instalirale niz cestovnih meteoroloških postaja za mjerenje lokalnih meteo uvjeta. Pokrivenost mreže obuhvaća šire područje Like, podvelebitski dio, te područje južno od Karlovca (dijelovi državnih cesta D1, D8, D23 i D25), sa ukupno 10 glavnih i 25 pomoćnih meteo postaja u kombinaciji sa svjetlosno promjenjivim znakovima.

3.4.1. Konfiguracija i arhitektura sustava

Projekt razvoja, izgradnje i instalacije Cestovnog meteo informacijskog sustava Hrvatskih cesta definirao je sve detalje tehničke izvedbe, lokacije glavnih i pomoćnih meteo postaja, lokacije svjetlosno promjenjivih znakova, komunikacije, programske funkcije, arhitekturu sustava i potrebnu pomoćnu opremu. Glavna meteo postaja kontinuirano prikuplja opće meteorološke podatke i podatke o stanju kolnika. Na odabranoj mikrolokaciji postaje mjeri se:¹⁰

¹⁰ Golenić, V., Mandžuka, S., : „Prikaz Cestovnog meteo informacijskog sustava hrvatskih cesta“, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2007. g.

- temperatura, relativna vlažnost zraka i temperatura rosišta,
- brzina i smjer vjetra,
- tlak zraka,
- količina, intenzitet i vrsta padalina,
- vidljivost,
- temperatura kolnika,
- stanje kolnika, rezidualna sol, temperatura ledišta i dr.

Glavna meteo postaja sastoji se od sljedećih glavnih komponenti:

- mjerni osjetnici,
- središnji uređaj za prikupljanje i obradu podataka,
- uređaj za komunikaciju s informacijskim centrom,
- meteorološki stup,
- oprema za napajanje el. energijom.

Pomoćna meteo postaja kontinuirano prikuplja dopunske meteorološke podatke i svjetlosnim promjenjivim znakom, upozorava sudionike u prometu na otežane uvjete vožnje. Na mikrolokaciji postaje mjeri se:

- temperatura zraka,
- temperatura rosišta,
- relativna vlažnost zraka
- temperatura površine kolnika-

Pomoćna meteo postaja sastoji se od sljedećih glavnih komponenti:

- mjerni osjetnici
- središnji uređaj, koji se sastoji od mjernog dijela, solarnog regulatora i komunikacijskog dijela
- meteorološki stup sa solarnim panelom
- svjetlosno promjenjivi znak
- oprema za napajanje el. energijom

Središnji informacijski sustav sastoji se od komunikacijskih i aplikacijskih servera s Oracle bazom podataka, povezanih putem lokalne Ethernet mreže. Aplikacijski server je u mreži zajedno s radnim stanicama - klijentima koje s instaliranim korisničkim programima dohvaćaju željene podatke iz Oracle baze.

Pristup podacima na aplikacijskom serveru, moguć je na dva načina:¹¹

1. lokalna računalska mreža
2. modem / ISDN

Konfiguracija sustava projektirana je u dualnom spoju podatkovnih i komunikacijskih servera sa sustavom za dugotrajno arhiviranje velikih količina podataka

3.4.2. Programska podrška sustava

Programska podrška središnjeg informacijskog sustava obuhvaća niz programskih modula za obradu podataka meteo postaja, bazu meteoroloških podataka s mjernim podacima, prognostičke modele, izvještaje i prezentacije prikupljenih informacija korisnicima cesta.

Glavne sastavnice programske podrške su:

a) Programska podrška za prikupljanje i vizualizaciju podataka:

¹¹ Ibidem, str. 5.

- komunikacijski pogonski programi
 - programi za prozivanje postaja (univerzalni polling za glavne i pomoćne postaje, SPZ i dopunske ploče) i prikupljanje podataka u procesnu bazu u realnom vremenu te prijenos u Oracle bazu
 - programi za vizualizaciju podataka - preglednici (klijenti) za neograničen broj korisnika u lokalnoj mreži kao i za udaljene korisnike
- b) Upravljački algoritmi i modeli odlučivanja za upravljanje svjetlosno promjenjivim znakovima i dopunskim pločama
- c) Analiza dobivenih podataka, uključivanje vanjskih izvora podataka (DHMZ) i prognostički modeli za kratkoročne prognoze (1-2 sata) stanja na cestama.

3.4.3. Sučelje prema korisniku

Bitan element ovakvih sustava je funkcionalno rješenje sučelja prema korisnicima. Naime, rješenje sučelja treba biti na razini potreba korisnika, uvažavajući stvarne mogućnosti interpretacije dobivenih meteo rezultata. U tom smislu, vodilo se računa da za potrebe djelatnika zimske službe budu relativno jednostavne interpretacije stanja na terenu i preporuka za pojedine radne aktivnosti. Neka od najčešće postavljanih pitanja tijekom uobičajenog rada zimske službe, mogu se svesti na:¹²

- Da li je led na cesti ?
- Kada će se led početi formirati na cesti ?
- Gdje se led nalazi, na kojim dionicama ?
- Što učiniti, koje aktivnosti poduzeti ?

Cestovni meteo informacijski sustav, kroz upozorenja i alarme te prikaz termičkih karata područja, odgovara i daje informacije za podršku rada zimske službe na slijedeći način:

Padaline – upozorenje:

- Bilo je padalina (kiša, snijeg), moguća je poledica, budući da je temperatura kolnika blizu ili ispod 0°C!

Mraz – upozorenje:

- Ima mraza na kolniku ili bi se mogao pojaviti

Led – upozorenje:

- Pojava leda se očekuje za 1 do 2 sata!

Led – alarm:

- Temperatura kolnika je ispod 0°C, formiranje leda je počelo!

Termičke karte područja:

- Prikaz termički hladnih i toplijih dionica, ocjena stanja, preporuka za donošenje odluke o soljenju. Ovo područje razvoja sustava treba i dalje unapređivati u smislu primjene metoda umjetne inteligencije.

¹² Ibidem, str. 6.

3.4.4. Primjena umjetnih neuronskih mreža za kratkoročnu prognozu

Osnovna ideja primjene je korekcija temeljnog prognostičkog sustava zasnovanog na determinističkoj prognozi zasnovanom na termodinamičkom modelu kolnika (balansi energetske doprinosa). Korekcija se zasniva na umjetnoj neuronskoj mreži (uobičajeno s tri sloja), koja je naučena na osnovu prethodnih izmjerenih stanja temperature površine kolnika.

Pravilno naučena umjetna neuronska mreža sposobna je identificirati veličinu i oblik greške temeljnog prognostičkog sustava za određene vremenske uvjete. Tako se poboljšava prognoza pojave leda na kolniku.¹³

Ovdje je važno naglasiti da je dobro poznavanje pozadine fizikalnih procesa preduvjet kako za izbor strukture neuronske mreže, postupak učenja te tumačenja dobivenih rezultata. Neka dosadašnja iskustva ukazuju da poboljšanje točnosti ovisi od lokacije do lokacije, kao i od dijela vremenskog intervala (doba dana). Kao najznačajniji problem u fazi učenja neuronske mreže javlja se pojava "zaglavlivanja" u lokalne optimume.

¹³ Mandžuka, S: Primjena umjetne inteligencije u Intelligentnim transportnim sustavima, ITS forum, pozvano predavanje, Zagreb 2007.

4. INFORMACIJSKI SUSTAVI U ŽELJEZNIČKOM PROMETU

Za uspješno upravljanje i funkcioniranje željezničkog prometa kao sustava potrebno je izgraditi informacijski sustav za informiranje korisnika usluga prijevoza odnosno putnika, koji je podržavan modernom informatičkom opremom. Svrha je informacijskog sustava za obavješćivanje putnika da korisniku prijevoznih usluga u željezničkom prometu dostavi pravu i brzu informaciju o kretanju željezničkog prometa. Osnovni zadaci su informacijskog sustava za obavješćivanje putnika da:

- pokaže putniku podatke o kretanju vlakova kroz željezničku postaju te,
- usmjeri kretanje putnika prema određenom cilju.

Za izvršenje navedenih zadataka, informacijski sustav za informiranje putnika u željezničkom prometu, mora obraditi tri osnovna procesa:

- odrediti i strukturirati informaciju,
- prenijeti informaciju,
- prikazati informaciju u prihvatljivom obliku.

Ti procesi definiraju strukturu informacijskog sustava u sljedećem nizu po procesima:

- oblikovanje informacije-informacijske baze (davaoci informacija),
- prenošenje informacija- prijenosni sustavi,
- prihvaćanje/prikaz informacije- sistem prikazivanja informacija.

U informacijskim sustavima za obavješćivanje putnika izvor informacija je sustav baza podataka koje je potrebno prenijeti putnicima u željezničkom prometu.

Baza podataka je izgrađena tako da pruža četiri vrste podataka:

- permanentni podaci,
- operativni podaci,
- tekstualni podaci i
- kalendarski odnosno vremenski podaci.

Svi ovi podaci mogu biti aktivno memorirani, ali i pasivno memorirani putem memorijskih elementata. Operativni podaci sustava aktivni su odmah kod uključenja sustava, dok se ostali podaci pozivaju putem operativnog sistema, koji ih tada aktivira. Baze podataka su sastavljene od skupina podataka koje nazivamo datotekama. Ovaj sustav raspolaže s dvije datoteke: datotekom podataka i datotekom teksta.

4.1. Automatizam procesa

Proces obavješćivanja putnika može se upravljati na četiri osnovna načina:

- ručno upravljanje preko operatera,
- upravljanje preko drugih sustava,
- upravljanje preko digitalnih ulaza i
- automatski preko vremenske baze

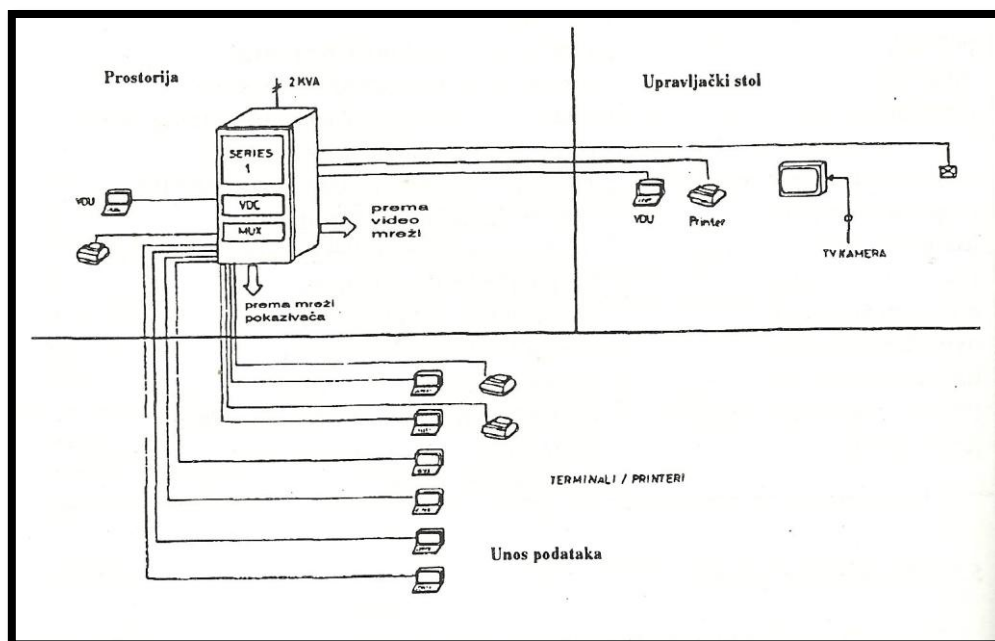
Upravljanje preko operatera najčešći je način upravljanja; a preko drugih sustava se upotrebljava kod podređenih sustava glavnog sustava na velikim postajama. Digitalnim ulazima se upravlja kada postoji spoj sa signalno-sigurnosnim uređajem postaje, koji daje podatke o:

- dolazećem vlaku,
- vlaku koji je došao,
- odlazećem vlaku i
- vlaku koji je otišao.

Vremenska kontrola se upotrebljava kada promet kroz postaju teče po redu vožnje planiran za određeno vremensko razdoblje, a taj se automatizam prekida kada se uključi ručno upravljanje preko operatera.

4.2. Konfiguracija sustava

Sustav za obavještanja putnika na Glavnom kolodvoru u Zagrebu se bazira na radu glavnog računala tvrtke IBM i to IBM Series/1 koji kontrolira rad priključenih pokazivača prometa vlakova kroz kolodvor. Konfiguracija sustava prikazana je na slici 8. Osnovicu sustava čini centralna procesorska jedinica CPU, bazirana na 16 bitnom procesoru i bazne memorije 1 MB kapaciteta preko 640 kilobajta. Brzina procesiranja je 400 - 600 kips (tisuća instrukcija u sekundi) s maksimalnim kapacitetom memorije 2 MB. Fleksibilnu memoriju čine dvije disk jedinice, i to jedna tvrda disk jedinica kapaciteta 40 MB i jedna meka (floppy) disk jedinica 5.25" kapaciteta 1,2 MB. Povezivanje centralne procesorske jedinice sa ostalim jedinicama izvršeno je s 6 ulazno-izlaznih priključaka. Preko tih priključaka ostvaruje se veza s perifernim jedinicama, operaterskim terminalom te pokazivačima i štampačem. Sve ove jedinice napajaju se potrebnim naponima iz vrlo pouzdane napojne jedinice, koja sadrži i rezervno napajanje memorije u slučaju nestanka napona napajanja iz gradske mreže.



Slika 14. Konfiguracija sustava za obavještanje putnika

Izvor: Gold, H., Kos, V., Nemeč, D., Toš, Z., Trajbar, K.: „Informacijski sustavi u željezničkom prometu“, Zagreb, 1993.

Operaterski terminal je tipizirani video-terminal, s mogućnošću upravljanja pomoću kursorских tipki, što podržava korišteni software za programiranje ekrana. Svi ovi elementi ugrađeni su u pogodno kućište. Veza sa digitalnim ulazima ostvaruje se preko modula za vezu s digitalnim ulazima čijim uključanjem se računalu šalju binarni signali u obliku instrukcija.

4.3. Video – komunikacijski sustavi SNCF-a

Primjer video – komunikacijskih sustava u željezničkom prometu analizirat ćemo pomoću primjera SNCF željeznice. Naime, SNCF (*fran. Société Nationale des Chemins de Fer*) je francuska nacionalna željeznička kompanija koja broji 238 000 zaposlenih te kojom prometuje 320 milijuna putnika na glavnim linijama. SNCF karakteriziraju TGV vlakovi velikih brzina, koji postižu brzinu do 574.8 km/h, što čini svjetski brzinski rekord. Ovaj željeznički projekt planiran je tri godine te ga karakterizira:

- implementacija sustava na 267 lokacija,
- implementirali smo 193 usmjerivača (router),
- upravljanje s 3750 kodiranih kanala uživo,
- najveća funkcionalna video/IP mreža u Europi,
- upravljanje 2594 kanala za pohranu (recording),
- na raspolaganju je 14 različitih razina korisničkih profila,
- na 129 radnih pozicija prikazuju se 675 video signala,
- potpuna integracija alarma, kontrole kamera i pohrane.

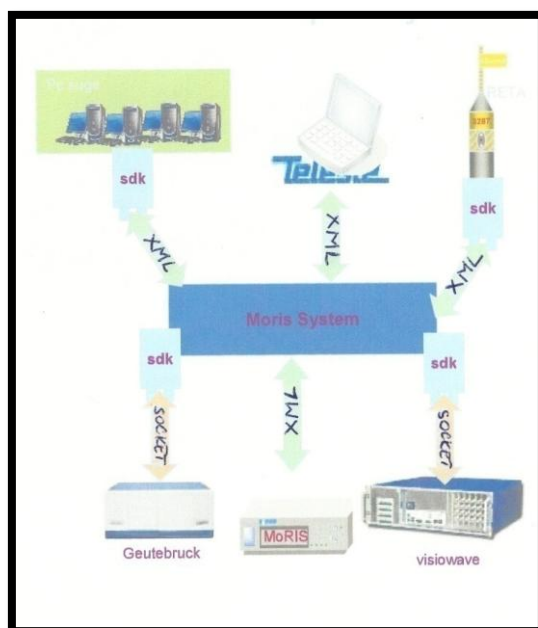
Nadalje, bitno je istaknuti da su SNCF stanice povezane sa:

- Zračnim lukama (CDG i Orly)
- Lokalna zajednica (Pariz, itd.)

Postojeća SNCF oprema:

- Geutebrück snimači
- Fiksne i pokretne analogne kamere
- Alarmni kontakt
- Platforme alarmnih sustava
- Visiowave enkoderi

SNCF ima potrebu integracije s postojećim sustavima, što je vidljivo u integraciji MoRIS platforme sa postojećim sustavom (slika 15.).



Slika 15. Integracija MoRIS platforme sa postojećim sustavom

Izvor: Peti forum ITS-a: Video – komunikacijski sustavi, Adriatic zaštita projekt d.o.o.

1. Geutebrück snimači
 - 3 i/s jpeg streams
 - Limitiran pristup korisnika
2. Visiowave oprema
 - Postojeća oprema
3. PC suge prosljeđivanje
 - Stream prosljeđivanje prema postojećem HMI (*eng. Human Machine Interface*)
4. RETA sustav
 - Prikaz i prosljeđivanje streamova pri pojavi lokalnih alarma
5. MoRIS proizvodi
 - Koderi i operativno pozicioniranje izvorne opreme

Faze projekta SNCF:

1. Projektna faza:

- video studije,
- mrežne studije,
- projektiranje opreme,
- razvoj softvera,
- tvornički prototipovi dijelova,
- lokalni prototipovi,

2. Faza implementacije (za svaku lokaciju zasebno):

- proizvodnja opreme,
- inspekcija lokacije,
- lokalna instalacija,
- lokalno puštanje u pogon,
- lokalna dokumentacija,

3. Start-up faza

- konfiguracija sustava,
- training: korisnik, adm...,
- testovi prihvatljivosti,
- isporuka rezervnih dijelova,
- garantne procedure,
- dodaci / nadogradnja.

Nadalje, kada govorimo o sigurnosna očekivanjima u fazi odlučivanja o uvođenju video nadzora moramo istaknuti sljedeće:

- poboljšanje stupnja zaštite osoba za potrebe intervencija u realnom vremenu,
- smanjivanje kriminaliteta poboljšanom investigativnim postupcima,
- odvracanje i sprječavanje vandalizma i nepravilnog ponašanja,
- poboljšavanje subjektivnog osjećaja sigurnosti za putnike.

No, ubrzo su se razvile i operativna poboljšanja:

- bolje prometne informacije putnicima,
- bolja regulacija prometa,
- brža reakcija u slučajevima abnormalnih situacija,
- bolja koordinacija između različitih službi.

Bitno je istaknuti kako inteligentni sustavi poput onih u SNCF - u pomažu smanjivanju operativnih troškova u sljedećim područjima:

- nema potrebe za putovanjem kako bi se pristupilo podacima s različitih lokacija,
- centralizirani sustav za sav video promet (izbjegavati duplikaciju kamera i dr. opreme),
- centralizirano upravljanje umjesto više lokalnih upravljačkih mjesta (manji broj operatera),
- poboljšana upravljanje uživo: bolja kvaliteta, bolje mogućnosti pred analize (senzori..),
- mogućnosti post analize: veće mogućnosti pohrane i pretraživanja događaja,
- bolja koordinacija između usluga.

Trend je takav da se uporabom novih tehnologija troškovi i dalje minimiziraju:

- instalacijski troškovi: Wi-Fi mreže, IP kamere (*eng. Internet Protocol camera*), zajedničko korištenje (više sustava koriste istu infrastrukturu, itd.)
- operativni troškovi: “jedinstveni” onboard i offboard sustavi.

5. INTELIGENTNI SUSTAVI U POMORSKOM PROMETU

U ovom poglavlju biti će riječ o nekim najznačajnijim inteligentnim sustavima u pomorskom prometu koji unapređuju tehnološke procese pomorskog prometa.

5.1. RFID (*eng. Radio-frequency identification*) tehnologija u logistici kontejnera i SOA (*eng. Service Oriented Architecture*) pristup

Logistika kontejnera je rastući industrijski sektor. Kontejnerski terminali zabilježili su godišnju stopu rasta od 11 %. Bitno je istaknuti kako trenutni i očekivani volumeni previše rastegnu postojeću infrastrukturu. Stoga, operateri su u potrazi za novim tehnologijama ne bi li se ubrzali postojeći procesi i to smanjivanjem pogrešaka, viškova i potrebe za ručnom intervencijom. Radiofrekventna identifikacija (RFID)¹⁴ je primjer takve tehnologije koja je u zadnje vrijeme postala standardizirana za logistiku kontejnera od strane Međunarodne organizacije za normizaciju (ISO).¹⁵ RFID je tehnologija koja koristi tehniku frekvencijskih radiovalova za razmjenjivanje podataka između čitača) i uređaja koji se zove transponder. Transponder sadrži silikonski mikročip i antenu. Antena odašilje radiovalove te na taj način šalje podatke s mikročipa koji se putem čitača unose u računalo. Transponder se nalazi na proizvodnoj ambalaži i sadrži jedinstveni serijski broj. RFID tehnologija se pretežno koristi za identifikaciju ambalažiranih proizvoda koje treba transportirati, skladištiti ili periodično popisivati i predstavlja vrstu elektronske «pametne ambalaže».

ISO je standardizirao tri različita transpondera za pomorske kontejnere (DIN ISO 668 1999): registarskih oznaka (ISO 6346 1995, ISO 10374.2 2009) koji pohranjuju specifične podatke kontejnera, pošiljka oznake (ISO 17363 2007), koja pohranjuje specifične podatke tereta / pošiljke i elektronička plomba (ISO 17712 2006, ISO 18185-1 2007, ISO 18185-2 2007, ISO 18185-3 2007, ISO 18185-4 2007, ISO 18185-5 2007) koja poboljšava mehaničke brtve s raznim dodatnim značajkama. Pričvršćeni za kontejner, ovi transponderi mogu omogućiti nekoliko automatskih i informacijskih prednosti. U ovom poglavlju prikazat ćemo potrebne modifikacije i nastale promjene u infrastrukturi informacijskih tehnologija (IT). Ovo poglavlje će pokazati da je korištenje softverske arhitekture – tzv. servisno orijentirana arhitektura - SOA¹⁶ omogućuje jednostavan prijelaz na RFID podržane procese bez mijenjanja postojećih naslijeđenih programskih sustava. Reći ćemo nešto više o modificiranju postojećih IT sustava, što je popraćeno objašnjenjem SOA rješenja.

Modifikacije u prekrcajnim procesima uzrokuju probleme u postojećim IT sustavima. To se događa jer logistika informacijskih sustava, kao što su naslijeđeni programski sustavi, ugradili poslovnu logiku, pravila i procedure u softver. Softver je usko povezan sa samim procesom, tako da modifikacije zahtijevaju izravne promjene sustava. Stalno mijenjanje i rast sustava povećava kompleksnost sustava, što rezultira sve lošijom strukturom sustava. Bitno je istaknuti kako izvorna struktura sustava nestaje tijekom godina. Dokumentacije softvera, ako su dostupne svima, nisu ažurirane i zastarijevaju, a izvorni kod ostaje jedina pouzdana referenca systemske strukture. Naime, nedostatak jasno definiranih sučelja čini proširenja ili integraciju s ostalim sustavima teškom ako ne i nemogućom. Mijenjanje takvih sustava dovodi do neželjenih i neočekivanih rezultata, jer su između funkcija softvera i komponenti

¹⁴ RFID = Radio Frequency Identification

¹⁵ ISO = International Standards Organization

¹⁶ SOA = Service Oriented Architecture

isprepletene nedokumentirane veze. Predložena su različita rješenja za manipulaciju zadataka proširenih naslijeđenih programskih sustava, koja se mogu sažeti na prenamjenu, omatanje i migraciju. Prenamjena, često se naziva „big bang“ rješenje, rezultira prepisivanjem cijele aplikacije programa, što je iznimno skupo i dugotrajno. S obzirom na ove nedostatke, omatanje je često željena alternativa. Postojeći podaci, programi, kompletne aplikacije i sučelja su okruženi s novim sučeljem kako bi postali dostupniji za nove softverske komponente.

Međutim, naslijeđeni sustavi su obično teški za proširiti i na kraju su nedovoljno fleksibilni, pa se koristi migracija. Migracija prenosi naslijeđene programske sustave u fleksibilnije okruženje, zadržavši podatke i funkciju naslijeđenih sustava. U slučaju uspjeha, ovaj mnogo kompleksniji ali održiviji pristup nudi veću fleksibilnost, bolje razumijevanje sustava, lakše održavanje i smanjene troškove.

Za stvaranje održivog i dugotrajnog programa, uz korištenje postojećih funkcija, potrebno je kombinirati pristup omatanja i migracije za implementaciju RFID pogonskog procesa modifikacije u logistici kontejnera. Omatanje naslijeđenog programskog sustava slijedi ideju razbijanja postojećih aplikacija na individualne funkcije i procese, omatajući ih za ponovnu upotrebu u modificiranim ili novo dizajniranim procesima.

Kada je odlučeno hoće li se omotati ili migrirati stara naslijeđena komponenta, uzima se u obzir stupanj ovisnosti o softverskom okruženju. Bez obzira na odabrani pristup, čuvajući te sustave, modifikacija znači omatanje i apstrahiranje postojećih funkcija iz osnovne implementacije da bi se ponovno koristili za novodizajnirane sustave. To zahtjeva razdvajanje poslovnih procesa i implementaciju naslijeđenih programskih sustava.

5.2. SOA kao rješenje pristupa

Nakon omatanja naslijeđenih funkcija, potrebna nam je arhitektura za upravljanje tim funkcijama. Kada se istražuje današnja IT literatura o postojećim arhitekturama informacijskih sustava, postaje jasno da je SOA (*eng. Service Oriented Architecture*) prikladan izbor za popunjavanje praznine između odvojenog procesa i implementacije naslijeđenih programskih sustava. Bitno je napomenuti kako SOA nema jedinstvenu univerzalnu važeću definiciju. Prema tome, predlažemo definiciju koja je nastala spajanjem više autora i organizacija¹⁷. Servisno orijentirana arhitektura (SOA) je aplikacijski okvir koji uzima heterogene, distribuirane, složene i nefleksibilne poslovne jedinice te ih raščlanjuje na pojedine poslovne funkcije, zvane usluge. SOA je u stanju graditi, implementirati, otkriti, integrirati i ponovno koristiti usluge neovisne o aplikacijama i računalnim platformama na kojima su pokrenute, što poslovne procese čini jednostavnijima, dosljednijima i fleksibilnijima.

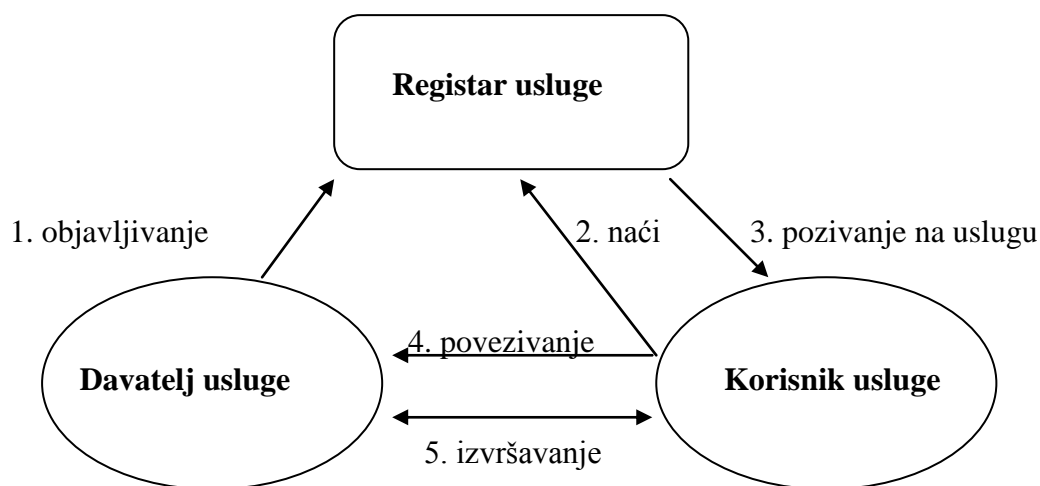
Pregled literature dodatno potvrđuje da je SOA pristup široko prihvaćen pristup za omatanje i integriranje naslijeđenih programskih sustava u smislu potpore višekratnog korištenja i skalabilnosti softvera, kao i poslovne fleksibilnosti, spretnosti i smanjenja troškova razvoja IT održavanja. Sa servisno orijentiranom arhitekturom programeri i dizajneri su u mogućnosti omatati nove i naslijeđene programske sustave

¹⁷ Kulkarni, N. and Dwivedi, V., 2008. The role of service granularity in a successful SOA realization a case study. In: Congress on services – Part I, 2008. SERVICES '08. Honolulu, HI: IEEE, 423–430, Komoda, N., 2006. Service oriented architecture (SOA) in industrial systems. IEEE international conference on industrial informatics, Singapore, 1–5.

u manje i lakše upravljive komponente kako bi se osiguralo labavo okruženje, prema kojem se komponente mogu orkestrirati za stvaranje novih procesa ili mijenjanje postojećih. S arhitektonskog stajališta, SOA označava potpunu promjenu paradigme u okruženju informacijske tehnologije. To znači da je poslovni proces sad usmjeren i programi su usklađeni s njim. Nadalje, SOA podržava evoluciju razvoja sustava i integraciju novih i naslijeđenih programskih sustava.

Stvarna vrijednost SOA pristupa proizlazi iz sastava postojećih usluga, u kasnijim fazama razvoja, što dovodi do nižih troškova u kasnijim projektima.

Osnovna značajka SOA pristupa je da se usluge mogu pretražiti preko mreže i pristupačne su za vrijeme izvršavanja.¹⁸ To omogućuje orkestraciju istih usluga /funkcija u različitim procesima ne znajući njihove točne lokacije. Da bi se osigurala usluga oporavka, jedan ili više središnjih registara mora pohraniti informacije o specifičnim uslugama. Pružatelj usluge podnosi ovu informaciju kada objavi uslugu koja bi trebala biti nadoknađena.



Slika 16. SOA trokut

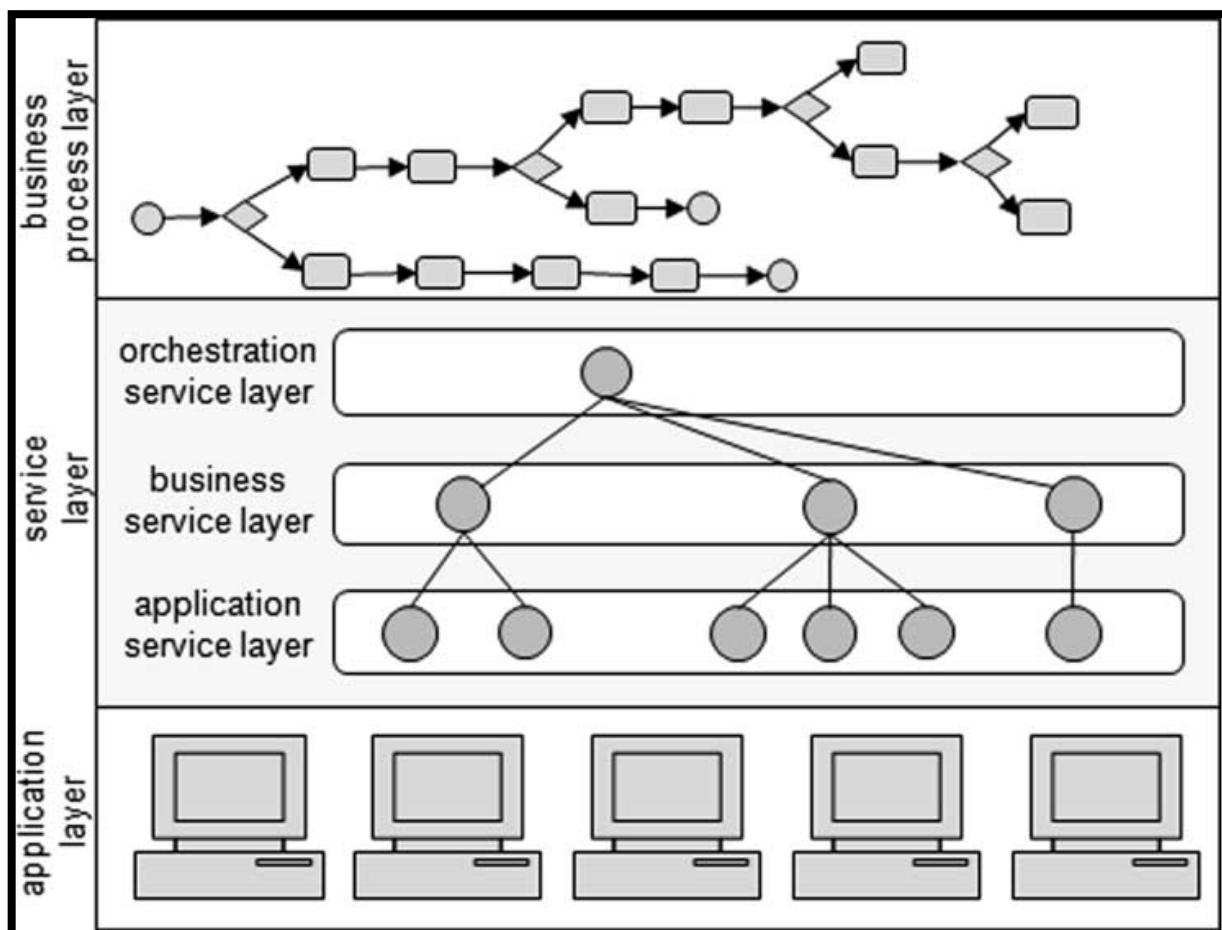
Izvor: Will, T., Blecker, T.: „RFID-driven process modifications in container logistics: SOA as a solution approach“, Hamburg University of Technology, Institute of Business Logistics and General Management, Hamburg,, objavljeno online 2. travnja 2012.

Korisnik usluge povezuje određene usluge putem tzv. formalnog ugovora. U okviru ovog ugovora, korisnik i davatelj usluge dogovaraju se oko inputa i outputa usluge, kao i o funkciji usluge. Nakon sklapanja ugovora, korisnik usluge izvršava uslugu slanjem deklarirane informacije te prima traženi rezultat. Prateći SOA trokut, omogućava se razvoj usluga koje su u mogućnosti omotati postojeće funkcije, kako bi se postigla obećana pojednostavljenost i veća fleksibilnost za naslijeđene programske sustave. Međutim, ove usluge također utjelovljuju proširene ili čak nove funkcije za ispunjavanje promijenjenih poslovnih zahtjeva. Većina SOA definicija slaže se da

¹⁸ Will, T., Blecker, T.: „RFID-driven process modifications in container logistics: SOA as a solution approach“, Hamburg University of Technology, Institute of Business Logistics and General Management, Hamburg,, objavljeno online 2. travnja 2012. str. 10.

SOA definira poslovne funkcionalnosti, a time i mogućnosti primjene niza zajedničkih iskoristivih usluga. Ove usluge imaju određene principe dizajna kako bi se mogle ostvariti dužnosti koje su tražene od njih. Sumirajući literaturu, usluge služe za višekratnu upotrebu, autonomne su, vidljive, transparentne i dijele formalni ugovor.

Prije detaljnog opisa RFID procesnih modifikacija i posljedica implementacije, opisat ćemo slojeve odabranih usluga. U većini slučajeva SOA je podijeljena u tri različita sloja usluga (slika 17.)



Slika 17. SOA uslužni slojevi

Izvor: Will, T., Blecker, T.: „RFID-driven process modifications in container logistics: SOA as a solution approach“, Hamburg University of Technology, Institute of Business Logistics and General Management, Hamburg., objavljeno online 2. travnja 2012.

Donji sloj je uslužni aplikacijski sloj za primjenu aplikacija poslužitelja i smještenih omotača te komunalne usluge. Usluge omotača utjelovljuju ponovno iskoristive funkcije, koje se odnose na obradu podataka u naslijeđenom programskom sustavu ili novom razvijenom sustavu. Komunalne djelatnosti pružaju potpuno generičke i ne – primjenu specifične funkcionalnosti, kao što su uloge balansiranja opterećenja, koje se mogu ponovno koristiti za različite vrste aplikacija.

Usluga gornjeg sloja odnosi se na one usluge aplikacija s dodatnom vrijednošću poslovne sposobnosti. Ovaj sloj usluga implementira poslovnu logiku u

najčišćem mogućem obliku, bilo da je zadatak u središtu pažnje ili subjekt. Task – centric usluga obuhvaća zadatak ili poslovni proces logike te stoga ima vrlo ograničeni potencijal ponovnog korištenja. Subject – centric usluga ujedinjuje logiku povezanu s poslovnim subjektima, što dovodi do većeg ponovnog korištenja u različitim poslovnim procesima.

Najgornji sloj usluge sadrži jednu poslovnu uslugu koja mapira cijeli poslovni proces. Ova orkestracija dopušta izravnu vezu logike poslovnog procesa s interakcijama usluga, kombinirajući poslovne usluge.

5.3. Proces analize i modifikacija RFID tehnologije

RFID tehnologija sama po sebi ne daje koristi, osim u interakciji s poslovnim procesom. U ovom poglavlju ćemo analizirati procesne korake koje kontejner treba napraviti dok se prevozi iz skladišta do pošiljatelja i preko lanca intermodalnog prijevoza do primatelja i natrag na drugi depo. Cilj analize je identificirati međuovisnost protoka materijala (kontejner) i protoka kontrole (informacija), kako bi se pružile osnove za identifikaciju potrebnih i mogućih RFID poslovnih procesa modifikacije.

Analiza procesa dijeli se na sedam modela:¹⁹

- **definiranje ciljeva tima** – cilj je analizirati i dokumentirati svaki mogući prekrcajni proces u logistici intermodalnog lučkog kontejnera vezanog za materiju i protok informacija,
- **okupljanje tima** – stručno znanje okupljeno od strane stručnog tima,
- **definiranje procesa** – analiza se usredotočuje na meta proces koji uzima u obzir sve moguće prekrcajne procese u logistici intermodalnih lučkih kontejnera kao potproces uzduž transportnog lanca,
- **skupljanje informacija** – konzultirani logistički stručnjaci potvrđuju valjanost razvijenog meta procesa i daju prijedloge i podršku za zapis i strukturiranje potprocesa,
- **zapis procesa** – u dva navrata, logistički stručnjaci su prezentirani s meta procesom kako bi se razvio prekrcaj potprocesa,
- **dokumentiranje procesa** – na temelju prikupljenih podataka i daljnjih istraživanja, možemo strukturirati sve prekrcajne procese te ih oblikovati u UML²⁰ dijagram aktivnosti. Postavljaju se pojedinačno dodatna pitanja izravno odabranim stručnjacima da pojasne svojim znanjem (telefonski ili osobno),
- **provjera valjanosti procesa** – u suradnji sa stručnim skupinama davatelja logističkih usluga, koje nisu dio radne skupine o RFID logistici kontejnera. prva stručna skupina raspravlja i provjerava valjanost procesa te potvrđuje finalne dijagrame,

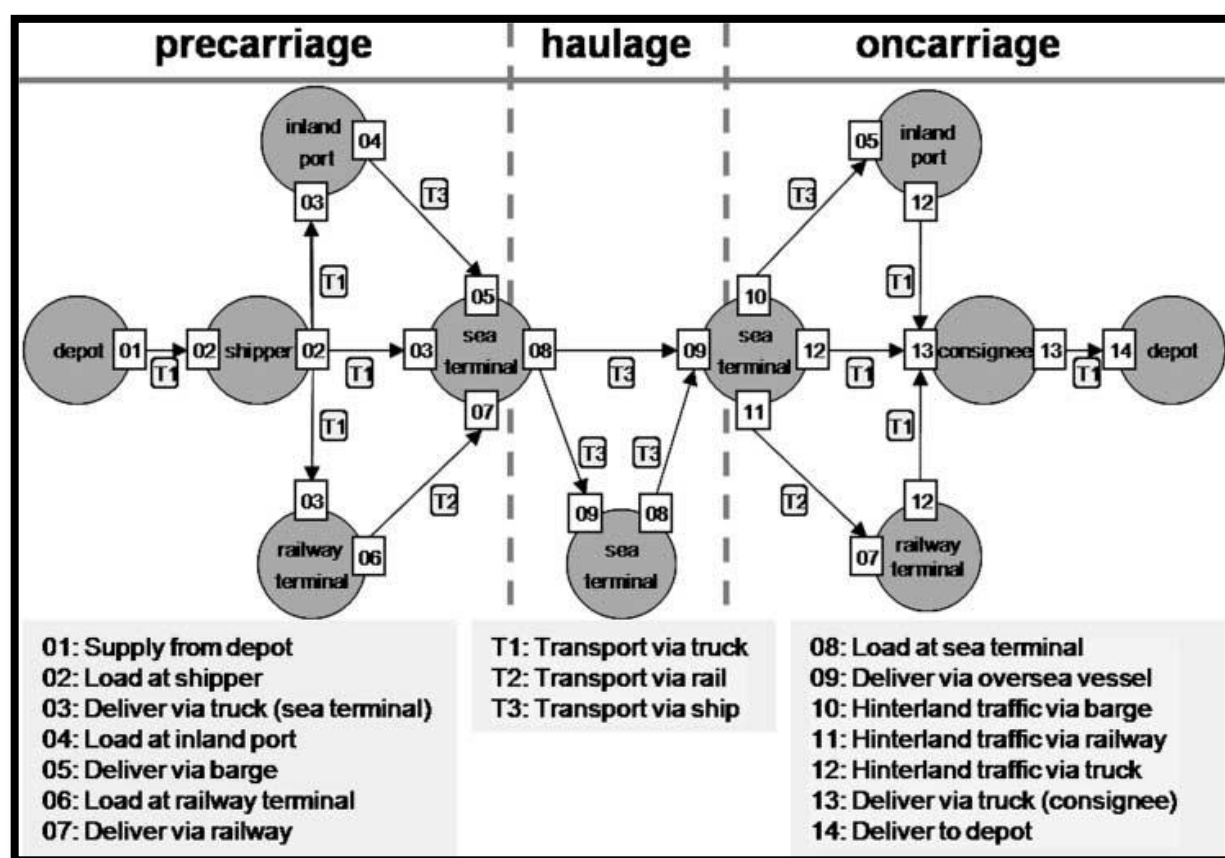
¹⁹ Ibidem, str. 11.

²⁰ UML (engl. Unified Modeling Language) - općeniti jezik za modeliranje koji se koristi grafičkim prikazom za izradu abstraktnog modela promatranog sustava

5.3.1. Struktura procesa

Prijevoz, prekrcaj i zaliha popisa procesa su temeljni elementi transportnog lanca. Tijekom transportnog procesa, kontejner se ukrcava na kamion (T1), željeznički vagon (T2) ili na brod (T). Kontejner se samo pomiče u smislu pokretanja prometnog vozila, ali ne mijenja svoj položaj na vozilu, stoga, procese kretanja vozila nije potrebno dodatno analizirati. Popis procesa također ne treba detaljnije analizirati jer su obuhvaćeni procesom prekrcaja ili upravljani sustavom upravljanja zalihama (npr. u slučaju internog premještanja). Nadalje, neki stručnjaci smatraju da RFID očitavanja u tim procesima nisu korisna za sudionike opskrbnog lanca.

Meta proces (slika 18.) sažima prekrcajne procese koji se odvijaju na isti način, npr. potproces br. 3 odnosi se na prekrcaje iz kamiona u riječnu luku, morski terminal ili željeznički terminal. Ukupno, identificirano je 14 različitih potprocesa.



Slika 18. META proces

Izvor: Will, T., Blecker, T.: „RFID-driven process modifications in container logistics: SOA as a solution approach“, Hamburg University of Technology, Institute of Business Logistics and General Management, Hamburg,, objavljeno online 2. travnja 2012.

Kao rezultat strukturiranja, svaki prekrcajni proces podijeljen je u tri faze:²¹

- **faza 1.: prijem podataka** - prekrcajna tvrtka obrađuje informacije koje će prethoditi protoku materijala,

²¹ Ibidem, str. 14.

- **faza 2.: provjera podataka** – prekrajna tvrtka provjerava protok materijala u odnosu na dobivenu informaciju i prateće dokumente (npr. sprovodni list ili izravna informacija direktno pričvršćena na kontejner kao kontejnerski broj ili broj brtve – plombe). Ova provjera odvija se prije ili poslije fizičkog prekraja koji također može uključivati provjeru položaja kontejnera na prijevoznom vozilu, ovisno o prijevoznom sredstvu,
- **faza 3.: prosljeđivanje podataka** – prekrajna tvrtka stvara i šalje informaciju koja slijedi tok materijala. Ako je potrebno, tvrtka daje upute za protok materijala (npr. potvrde, zadaci ukrcaja i sl.).

Nadalje, analizirat ćemo potproces br. 9 koji je isporučen i modificiran putem prekomorskog broda. Potproces br. 9. je odabran zbog (1) svoje jednostavnosti, (2) svojeg visokog stupnja automatizacije (što znači da je RFID poboljšanja u tom procesu teže ostvariti nego u drugim procesima) i (3) njegovog značaja, jer iskrcaj kontejnera s prekomorskog broda je glavno usko grlo u trenutnim prometnim lancima.

5.3.2. Analiza potprocesa br. 09. isporuke prekomorskim brodom

Analiza potprocesa br. 9 može se podijeliti u tri faze:

- faza 1. – prijem podataka – čim pomorski prijevoznik ukrca kontejner na svoj brod, obavještava određeni terminal o svom očekivanom vremenu dolaska. Prije nego brod stigne, pomorski prijevoznika dostavlja plan brodskog slaganja putem BAPLIE UN/EDIFACT²² poruke, uključujući i položaj svih ukrcajnih kontejnera. Na temelju napredne obavijesti i plana slaganja, terminal stvara iskrcajni plan, koji sadrži niz prekrajnih procesa za iskrcaj kontejnera s broda (slika 19.)
- faza 2. – provjera podataka – nakon što je brod usidren započinje iskrcajni proces. Operater kontejnerske dizalice podiže kontejner ne bi li ga iskrcao a drugi član osoblja provjerava broj kontejnera. Ako se broj kontejnera podudara s brojem navedenim u planu iskrcaja, tada taj član osoblja šalje signal operateru kontejnerske dizalice za odlaganje kontejnera na obalni zid. Ostali članovi osoblja uklanjaju sigurnosne brave, te još jednom provjeravaju broj kontejnera te dostupnost kontejnerske plombe ali ne i njezin broj. Nakon usporedbe podaci se pohranjuju u sustav. U slučaju neslaganja podataka kontejnerima se manipulira ručno.
- faza 3. – prosljeđivanje podataka – kontejner je opskrbljen i operater manipulacije ažurira iskrcajni plan kako bi se odrazilo stvarno stanje kontejnerskih iskrcaja. Na temelju toga, operater manipulacije kontejnera stvara novi plan slaganja i dostavlja ga pomorskom prijevozniku i sljedećem operateru manipulacije kontejnerom. nadalje, pomorski prijevoznik obavještava specijaliziranog dobavljača logističkih usluga (*3PL, engl. third – party logistics*) o dolasku kontejnera, što omogućuje da 3PL dodatno navede daljnji prijevoz. Pomorski prijevoznik također stvara račune za kontejnerski promet, a 3PL stvara prometne narudžbe za prijevoz izvan luke ukrcaja.

²² BAPLIE je poruka koja se odnosi na plan zaljeva i njegovu okupiranost s brodovima/plan slaganja i njegovim praznim mjestima.

5.3.3. Modifikacije potprocesa br. 09. isporuke prekomorskim brodom

Nakon razvoja generičke reference procesa, ne samo da se identificiraju potrebne modifikacije, nego se i raspravlja o onim modifikacijama koje omogućuju da potproces bude poboljšan pri uvođenju RFID-a. Modifikacije su podijeljene na tri kategorije:

- modifikacije koje moraju biti ostvarene kako bi se RFID integrirao u proces,
- modifikacije koje ubrzavaju proces i
- modifikacije koje imaju cilj proširiti funkcije procesa bez povećanja vremenskih serije.

Prva kategorija sadrži modifikacije u koracima procesa koji povezuju protok materijala i informacija, kao što su zamjena ručnog unosa s automatskim RFID očitovanjem i trajni ispisi podataka na transponderima (faza 2. – provjera podataka). U potprocesu br. 9 korak procesa „podići i provjeriti kontejner za iskrcaj“ se mijenja iz ručnog unosa broja kontejnera u automatizirano RFID očitavanje. Prva kategorija modifikacija izbjegava media-break pitanja uzrokovana ručno pisanim podacima. Druga kategorija modifikacija smanjuje mogućnost ljudske pogreške a treća kategorija modifikacija ubrzava korak procesa i time cijeli proces ukrcaja i iskrcaja.

RFID tehnologija dodatno ubrzava proces smanjenjem suvišnih koraka procesa. U potprocesu, broj kontejnera se dvostruko provjerava kako bi se izbjeglo iskrcavanje pogrešnog kontejnera zbog upisanog pogrešnog broja kontejnera u IT sustavu. Točnost RFID-a omogućuje uklanjanje druge provjere, jer broj kontejnera ne može biti kriv ili promašen tijekom automatiziranog očitavanja. Komunikacijski problemi prouzročeni RFID tehnologijom, kao što je neuspješno očitavanje i problemi sudara, mogu se automatski identificirati. RFID uređaj za očitavanje također može pročitati iz električne plombe njezin status i broj. Dakle, osoblje terminala ne mora čekati dok se kontejner ne spusti na obalni zid da bi iščitali podatke plombe. Svi se podaci čitaju dok se kontejner podiže. Izostavljanje provjera na obalnom zidu ubrzava proces i smanjuje vrijeme ukrcaja i iskrcaja.

Nadalje, RFID može omogućiti nove funkcije u procesu bez povećanja vremena od narudžbe do isporuke u prekrcajnom procesu. Električna plomba omogućuje proširenje bez povećanja vremena od narudžbe do isporuke, jer ne zahtijeva fizički kontakt te može automatski poslati broj i status plombe na uređaj za očitavanje.

5.4 Prednosti SOA dizajna na kontejnerskom terminalu

Prilikom uvođenja RFID uređaja, registarske oznake, koje sadrže specifične podatke kontejnera, trajno su pričvršćene na kontejner. Nakon ukrcaja tereta, otpremnik pričvršćuje oznaku pošiljke (specifični podaci tereta) i električnu plombu na kontejner. Primateelj tereta tijekom iskrcaja uklanja oznaku pošiljke i električne plombe. Dakle, tri RFID transpondera su dostupna za obavljanje glavnog prijevoza.²³

²³ Ibidem, str. 15.

S obzirom na činjenicu da se IT sustavi razlikuju od terminala do terminala, dizajnirane su usluge za implementaciju procesa modifikacija, bez obzira na temeljni IT sustav, dizajnirana SOA je u stanju nositi se sa svim koracima procesa, uključujući modifikacije bez daljnje potpore postojećeg IT sustava terminala. Dakle, ovisno o terminalu i njegovom IT sustavu, neke od razvijenih usluga su nepotrebne, te se mogu zamijeniti uslugama koje koriste funkciju naslijeđenog sustava. Razvoj SOA-e vidljiv je kroz tri uslužna sloja: aplikacijskog uslužnog sloja na dnu koji sadrži samo funkcionalne usluge, poslovnog sloja iznad koji puža vrlo moćne poslovne aplikacije i sloj orkestracije na vrhu koji orkestrira poslovne usluge na način da se preslikavaju poslovni procesi. U tom smislu, svaka usluga orkestracije predstavlja jedan potproces organizacije poslovne usluge na odgovarajući način.

Analiza potprocesa 03-12 pokazuje da na apstraktnoj razini svi potprocesu zahtijevaju usluge iz sljedećih pet kategorija:

- pohranjivanja,
- uspoređivanja,
- stvaranja,
- ažuriranja i
- dostavljanja

SOA dizajn uzima u obzir svih pet kategorija i dizajnira pet odgovarajućih poslovnih usluga koje agregiraju sve usluge aplikacija. Možemo zaključiti da uvođenje RFID tehnologije rezultira modifikacijom procesa. Postojeći naslijeđeni programski sustavi se ne mogu adekvatno nositi s tim modifikacijama zbog izostanka procesa i aplikacije separiranja. Proces modifikacija zahtjeva izravne promjene u postojećim sustavima, no te promjene su vrlo teško ostvarive. SOA pojednostavljuje modifikaciju i omogućuje jednostavnu kompoziciju i orkestraciju utjelovljenih funkcija. Nadalje, SOA pruža višekratne usluge, podupire fleksibilne modifikacije sustava te nesmetan prijelaz na RFID podržane procese. Pokazano je da je SOA održivo rješenje za IT probleme koji se mogu pojaviti. Na temelju SOA rješenja moguće je razviti dodatne usluge za podršku i poboljšati logistički lanac te osigurati više podataka za sve sudionike. RFID transponderi sadrže dovoljno podataka, kako bi se omogućio lakše automatsko manipuliranje i prijevoz kontejnera kroz terminal i cijeli opskrbni lanac.

5.5. Simulacija aktivnosti prijevoza u automatiziranim kontejnerskim terminalima

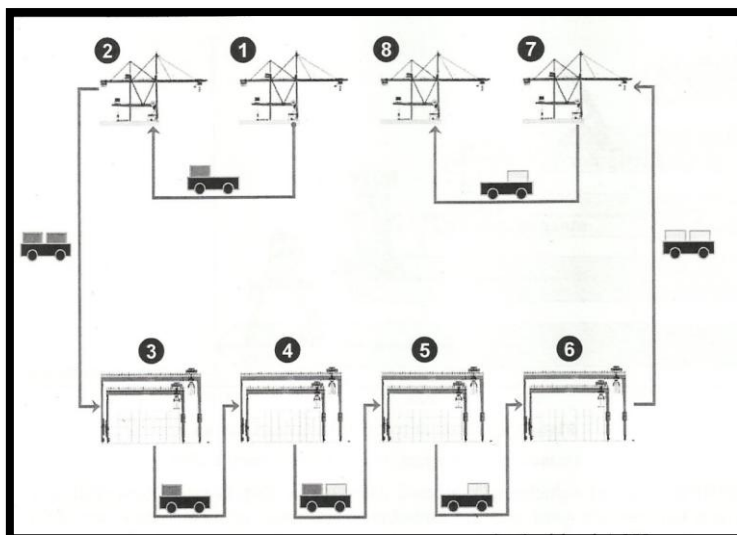
Kontejnerski terminal predstavlja složeni sustav s vrlo dinamičnim interakcijama između različitih načina manipulacije, transportnih i skladišnih jedinica te nepotpunog znanja o budućim događajima. Dakle, decentralizirano planiranje je jedini način upravljanja logističkom kontrolom automatiziranih kontejnerskih terminala. U ovom poglavlju je predstavljena simulacijska studija transportnih aktivnosti na kontejnerskom terminalu, gdje automatizirana vozila mogu biti zaposlena u različitim načinima otpreme. Dizajn simulacije odražava uvjete koji su tipični za pravo automatizirano okruženje terminala.

Automatski vođena vozila (*AGV – eng. Automated Guided Vehicles*) su industrijska vozila bez vozača, obično pogonjena pomoću baterija i električnih motora. Težine tereta koje AGV mogu prevoziti se kreću u vrlo velikom opsegu, od malih (lakih) tereta težine nekoliko kilograma do tereta težine preko 100 tona. Primjenom sustava automatski vođenih vozila povećava se efikasnost terminala, smanjuju troškovi radne snage za 80%, potrebe za održavanjem sustava smanjuju se za 50 %, a troškovi energije za 10 %. Automatski vođena vozila (AGV) su vozila bez posade koja se kreću pomoću automatskog upravljačkog sustava. Senzori na infrastrukturi i na vozilu daju podatke o lokaciji i brzini vozila na osnovu kojih upravljački sustav šalje vozilu odgovarajuće naredbe kako bi moglo da pratiti određene putanje i kretati se odgovarajućom brzinom. Možemo reći da uvođenje automatski vođenih vozila predstavlja jedan od najznačajnijih kvalitativnih pomaka u automatizaciji transportnih operacija u proizvodnji, na montažnim linijama, skladištima, robno – transportnim centrima, bolnicama i terminalima. Shodno ovakvom spektru mjesta primjene i ulozi, danas obuhvaćaju široku obitelj različitih tehno – eksploatacijskih rješenja.

Glavne prednosti AGV vozila su:

- reduciranje troškova radne snage ostalih troškova rada – jedno AGV vozilo koje radi u tri smjene na dan može zamijeniti tri operatera koji rade s ručnim viljuškarom,
- povećana pouzdanost i produktivnost – neosjetljivost na dužinu radnog vremena i broj smjena – AGV vozilo može raditi 24 sata dnevno, 7 dana tjedno bez pauze,
- smanjenje oštećenja robe - AGV posjeduje kontrolirano kretanje (hod) vozila s preciznošću od +/- 10 mm,
- povećana sigurnost – zato što procesi rukovanja materijalom ne zahtijevaju ljudsku aktivnost i što se vozilo uvijek ponaša prema unaprijed programiranim instrukcijama reducirane su nezgode i povrede zaposlenih,
- fleksibilnost - za razliku od fiksnih (stacionarnih) rješenja za rukovanje materijalom, putanja po kojoj se AGV kreće vrlo lako može biti reprogramirana

Dvostruko opterećenje (dual – load) automatski vođenih vozila predstavlja nedavni razvoj u tehnologiji prijevoza unutar terminala. Prednost ovakvih vozila je u mogućnosti prevoženja dva 20 stopna kontejnera ili jedan 40 stopni kontejner. Međutim, u automatiziranim kontejnerskim terminalima automatski vođena vozila dvostrukog opterećenja još uvijek rade u „single-carrier“ modu. Bitno je istaknuti kako je otpremanje za vozila dvostrukog opterećenja znatno kompleksnije nego za single-load prijevoznike. Slika 19. prikazuje primjer kombiniranja nekoliko prijevoznih naloga za 20 stopne uvozne i izvozne kontejnere.



Slika 19. Primjer prijevozne rute dual-load AGV vozila

Izvor: Guenther, H.O., Grunow, M., Lehm, M., Neuhaus, U., Yilmaz, I.O., : „Simulation of transportation activities in automated seaport container terminals“, Technical University of Berlin, Berlin, 2006.

Ruta započinje na obalnoj dizalici 1., gdje je prvi uvozni 20 stopni kontejner pokupljen. Na obalnoj dizalici 2., drugi 20 stopni kontejner se ukrcava na vozilo. Zatim, jedan od kontejnera se iskrcava u skladišnom prostoru. Nakon toga slijedi dizanje prvog 20 stopnog izvoznog kontejnera skladišni prostor 4. i spuštanje drugog uvoznog kontejnera na skladišni prostor 5. Drugi 20 stopni izvozni kontejner se podiže u skladišnom prostoru 6. Konačno, izvozni kontejneri prevoze se obalnim dizalicama 7 i 8.

Ovaj jednostavni primjer pokazuje poteškoće otpremanja dvostruko opterećenog AGV vozila. U slučaju 20 stopnog kontejnera mora se odrediti detaljan slijed operacija dizanja i odlaganja. Štoviše, rasporedi automatski vođenih vozila i obalnih dizalica te dizalica depoa (skladišnog prostora) moraju biti koordinirani. Za provedbu unutar realnog vremena logističkog sustava kontrole potrebna je metodologija otpremanja koja jamči vrijeme odziva od samo nekoliko sekundi. U najjednostavnijem slučaju (u tzv. *on – line* otpremanju) zahtjev otpremanja se aktivira, kada je novi raspored prijevoza objavljen ili kada je AGV vozilo dostupno. Najpopularniji predstavnik za pokretanje prijevoza otpremanja je pravilo najbližeg vozila (NV – *nearest vehicle*) koje dodjeljuje vozilo koje se nalazi najbliže *pick-up* lokaciji kadgod je novi prijevozni red pokrenut. Vozilo koje inicira otpremanje obično počiva na FCFS strategiji (FCFS – *first come-first served*) koja se primjenjuje za određivanje prioriteta čekanja prijevoznih naloga. Još jedna strategija je adekvatna, a to je STT pravilo (STT – *shortest-travel – time*) koje je pokrenuto od strane NV vozila. Prema ovom pravilu, prijevozni nalozi su izabrani prema udaljenosti koju vozilo mora prijeći da ih usluži. Međutim, u slučaju dvostrukog opterećenja vozila, kao što je prisutno u lukama Hamburg i Rotterdam, mora se uzeti u obzir cijeli niz operacija dizanja i spuštanja za lanac prijevoznih narudžbi.

Grunow²⁴ M. predlaže heuristički otpremni algoritam koji koristi raspored uzoraka, gdje su operacije dizanja i spuštanja novog poretka poredane nakon onih iz

²⁴ Grunow M., Günther H.-O., and Lehmann, M.: Strategies for dispatching AGVs at automated seaport container terminals, OR Spectrum(under review), 2006.

dodijeljenog reda. Otpremanje temeljeno na obrascima koje predlaže Grunow sastoji se od sljedećih osnovnih koraka:

- od svih nedodijeljenih transportnih naloga, unutar danog vremenskog prozora, odrediti jedan s najranijim uslužnim vremenom,
- za odabrani transportni nalog, uzeti u obzir sve moguće izvedive obrasce zadataka za AGV vozila. Procijeniti zadatke u skladu s datom troškovnom funkcijom,
- odabrati redoslijed zadatka vozila (engl. *order-vehicle-assignment*) koji pokazuje najniže troškove dodjele, ukloniti nalog iz popisa nedodijeljenih naloga, ažurirati potencijalna mjesta AGV vozila te ponoviti korak 1.

5.6. Simulacijsko modeliranje lučkih kontejnerskih terminala

U današnje vrijeme, diskretna simulacija je priznata kao moćan alat za poboljšanje performansi lučkih kontejnerskih terminala i mnogih drugih logistika ili proizvodnih sustava. Konkretno, u fazi projektiranja novog terminala, simulacija se primjenjuje za uspoređivanje različitih rasporeda i konfiguracija opreme. U istraživanjima strateške simulacije, logističke operacije su obično modelirane na agregatnoj razini, budući da je istraživanje usredotočeno na opće radne parametre. Istraživanja operativne simulacije, međutim, na usporedbu operativnih politika, mogućeg dobitka ostvarenog kroz primjenu metode optimizacije ili cijelog logističkog sustava kontrole. Dotični modeli simulacije analiziraju poslovanje terminala, uzimajući u obzir određene događaje koji se javljaju u dinamičnom okruženju planiranja kontejnerskog terminala.²⁵

Da bi se procijenila učinkovitost strategija otpreme AFV vozila razvijena je diskretna simulacija koju su razvili autori koristeći eM-Plant 6.0. simulacijski softver. Kada govorimo o modeliranju pravog logističkog sustava kroz simulaciju, moramo istaknuti kako se veliki problemi u dizajnu simulacijskog modela odnose na granice sustava. Tako je izgrađen simulacijski sustav oko vođenog puta AGV vozila i flote vozila koji prevoze 20 – stopne kontejnere ili 40 – stopne kontejnere između obalnih dizalica koje se nalaze na vezu i automatiziranih dizalica za slaganje koje djeluju na različitim skladišnim blokovima raspoređenih na suprotnoj strani vođenog puta. Dakle, podsustavi koji nisu uključeni u simulacijski model su npr., slaganje i planiranje veza za brodove, skladišno planiranje za kontejnere unutar skladišnih blokova, sučelje prema zaleđu i prometna kontrola AGV vozila.

Dakle, kombiniranjem različitih modula veća konfiguracija terminala može biti generirana. Osnovni modul sastoji se od četiri elementa:

- vođenog puta AGV vozila koji se rasprostire kao četiri trake jednosmjerne petlje,
- flota AGV vozila,
- jedna obalna dizalica,
- dva skladišna bloka opremljena s dvije automatizirane dizalice za slaganje.

²⁵ Guenther, H.O., Grunow, M., Lehm, M., Neuhaus, U., Yilmaz, I.O., : „Simulation of transportation activities in automated seaport container terminals“, Technical University of Berlin, Berlin, 2006., str. 44.

Bitno je istaknuti kako u simulacijski model se ne uključuju detaljne operacije dizalica za slaganje. Proizvoljna kombinacija obalnih dizalica i skladišnih blokova može se simulirati. Automatski vođena vozila nisu posvećena samo jednom modulu već mogu putovati u svim modulima. Da bi se dobila određena konfiguracija terminala, potrebno je ovih pet parametara:

- broj obalnih dizalica,
- broj skladišnih blokova,
- broj AGV vozila,
- vrijeme putovanja AGV vozila između dvije obalne dizalice ili dizalica za slaganje i
- vrijeme putovanja AGV vozila između skladišta i veza.

6. ZAKLJUČAK

Jedan od temeljnih problema suvremenog svijeta je svakako promet i njegov vrtoglav porast gotovo iz dana u dan. Samim time nastaje i potražnja za razvojem sve većih površina za prometnice, a sukladno tome nadalje i nove tehnologije koja bi mogla kontrolirati i voditi toliku masu.

Iz tog se razloga ITS pokazao kao idealno rješenje za kontrolu prometnog kaosa. Kako je rečeno, time se ne nastoji otkazati svrha klasičnim načinima kontrole, odnosno policijskoj službi i slično, već se nastoji njima pomoći. Brzina i ažurnosti prenošenja podataka ITS sustava jednostavno je nužna stvar u svakom većem i razvijenijem prometnom središtu.

Novo područje, tj. ITS, iskazuje novi pristup i primjenu naprednih upravljačkih i tehnoloških rješenja, kojima se nastoji postići veća sigurnost, učinkovitost i pouzdanost prijevoza, a istodobno smanjenje utjecaja na okoliš i društvo.

Učinkovitost primjene ovoga sustava očituje se najviše u brzini reagiranja kod incidentnih situacija. Naime, u zemljama koje već dugi niz godina primjenjuju ovaj sustav, pokazalo se da se smanjio broj prometnih nezgoda i stradalih na prometnicama. ITS brzi i detaljno prenosi lokacijske oznake područja gdje se desila nezgoda te kako da najbliža jedinica za pomoć stigne do site lokacije. Naročito je to učinkovito na autocestama i cestama s velikom količinom dnevnog prometa, prometnicama koje se teško dostupne i slično

Mnoge zemlje i dalje vrše istraživanja na ovom sustavu kako bi se isti mogao što više i skorije unaprijediti i poboljšati, te biti pristupačan za uvođenje na sve prometnice gdje je količina prometa velika i zahtjeva povećanu pažnju. To naravno, kako je već rečeno ne bi umanjilo i aktivnosti službi koje vrše redovite kontrole prometnica, ali bi svakako i njima pomoglo u otkrivanju lokacija nezgode i mogućnosti odlaska na teren kako bi se unesrećenima pomoglo. Svrha je dakle omogućiti ljudima siguran i brz protok prometnicama, sigurnije stizanje na odredište, te maksimalno izbjegavanje čekanja i stvaranja gužvi i kolapsa u prometu.

LITERATURA

Knjige:

1. Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
2. Gold, H., Kos, V., Nemeč, D., Toš, Z., Trajbar, K.: „Informacijski sustavi u željezničkom prometu“, Zagreb, 1993.

Članci:

3. Guenther, H.O., Grunow, M., Lehm, M., Neuhaus, U., Yilmaz, I.O., : „Simulation of transportation activities in automated seaport container terminals“, Technical University of Berlin, Berlin, 2006.
4. Will, T., Blecker, T.: „RFID-driven process modifications in container logistics: SOA as a solution approach“, Hamburg University of Technology, Institute of Business Logistics and General Management, Hamburg., objavljeno online 2. travnja 2012.
5. Mandžuka, S: Primjena umjetne inteligencije u Inteligentnim transportnim sustavima, ITS forum, pozvano predavanje, Zagreb 2007.
6. Golenić, V., Mandžuka, S.: Prikaz Cestovnog meteo informacijskog sustava hrvatskih cesta, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb
7. Kulkarni, N. and Dwivedi, V.: The role of service granularity in a successful SOA realization a case study. In: Congress on services – Part I, 2008. SERVICES '08. Honolulu, 2008. g.
8. Komoda, N.: Service oriented architecture (SOA) in industrial systems. IEEE international conference on industrial, Singapore, 2006. g.

Internet izvori:

9. Open Directory - Science: Technology: Transportation: Intelligent Systems; URL: http://www.dmoz.org/Science/Technology/Transportation/Intelligent_Systems/, lipanj, 2013.
10. RITA; Intelligent Transportation Systems (ITS); URL: <http://www.its.dot.gov>, travanj 2013.
11. Specijalizirani isporučitelj signalne opreme i [proizvoda](#) Peek: URL: <http://www.peek.hr/roadrunner.htm>
12. Prometna zona; URL: <http://www.prometna-zona.com/>, kolovoz, 2013.
13. ITS Hrvatska; URL: www.its-croatia.hr/index.php?option=com_docman&task...
14. Prometna signalizacija, URL: <http://www.prometnasignalizacija.com/index.php?lang=hr&pid=320>, kolovoz, 2013.
15. Bošnjak I., Mandžuka S., Šimunović Lj.: „Mogućnosti inteligentnih transportnih sustava u poboljšanju stanja sigurnosti u prometu“, Fakultet prometnih znanosti Zagreb; URL: <http://www.mmpi.hr/UserDocsImages/Sadko-Mandzuka-FPZ.pdf> , kolovoz, 2013
16. <http://www.metroroadsystems.com>, kolovoz, 2013.

POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz informacijskog sustava	4
Slika 2. Jednostavan primjer ITS-a	6
Slika 3. Primjer sustava koji regulira promjenjiva ograničenja brzine kretanja po cestama	10
Slika 4. Princip očitavanja tabelarnih oznaka	11
Slika 5. Princip rada sustava za automatsku kontrolu prosječne brzine	11
Slika 6. Promjenjivi znak sa LED diodama	12
Slika 7. RDS sustav u automobilu	13
Slika 8. Prikaz toka informacija koristeći TCM	14
Slika 9. Prikaz toka informacija koristeći GSM	14
Slika 10. Uobičajeni GPS sustav u automobilima	15
Slika 11. ITS kao nadgradnja klasičnog prometnog sustava	16
Slika 12. Integracija sustava IM (incidentne situacije)	18
Slika 13. Četiri faze IM procesa	19
Slika 14. Konfiguracija sustava za obavještanje putnika	24
Slika 15. Integracija MoRIS platforme sa postojećim sustavom	25
Slika 16. SOA trokut.....	30
Slika 17. SOA uslužni slojevi	31
Slika 18. META proces	33
Slika 19. Primjer prijevozne rute dual-load AGV vozila.....	38