

Inteligentni transportni sustavi u funkciji unapređenja transportnih lanaca

Jerković, Iwa

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:119:610321>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-12**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI U
FUNKCIJI UNAPRJEĐENJA TRANSPORTNIH
LANACA**

**INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS IN THE
FUNCTION OF IMPROVING TRANSPORT CHAINS**

Mentor:

Doc. dr. sc. Pero Škorput, dipl. ing.

Studentica:

Iwa Jerković, univ. bacc. ing. traff.

JMBAG: 2411032236

Zagreb, rujan 2021

Zagreb, 13. srpnja 2021.

Zavod: **Zavod za inteligentne transportne sustave**
Predmet: **Inteligentni transportni sustavi I**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 6568

Pristupnik: **Iva Jerković (2411032236)**
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Inteligentni transportni sustavi u funkciji unaprjeđenja transportnih lanaca**

Opis zadatka:

Analize trendova u organizaciji transportnih lanaca ukazuju na sve veću složenost tehnoloških procesa. Inovativne ITS usluge nude dio novih organizacijskih rješenja u smislu optimizacije transporta te organizacijske i energetske učinkovitosti. Ovu problematiku je potrebno analizirati kroz opis problemskog područje primjene ITS-a u transportnim lancima. Također, u radu je potrebno opisati koncepte povezivanja transportiranih entiteta i podataka o transportiranim entitetima te primjere projekata razvijenih zemalja u području unaprjeđenja transportnih lanaca primjenom ITS rješenja. Rad treba sadržavati analizu slučaja u kojoj će se opisati administrativni procesi za komercijalna vozila kao usluga ITS-a u funkciji unaprjeđenja transportnih lanaca.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

doc. dr. sc. Pero Škorput

SAŽETAK

Inteligentni transportni sustavi predstavljaju skup kibernetičkih rješenja koji omogućuju informacijsku transparentnost, upravljivost i razvoj transportnog i prometnog sustava. Karakteristika ovih sustava je sposobnost adaptivnog djelovanja u promjenjivim uvjetima i situacijama gdje je potrebno prikupiti i obraditi veliki broj podataka u stvarnom vremenu. Primjena ITS-a omogućila je suvremeni razvoj u procesima upravljanja transportnim lancima kroz korištenje informacija o stanju vozila i prometu u stvarnom vremenu, mogućnosti praćenja robe u transportu (inteligentni tereti), upravljanje voznim parkom korištenjem ITS usluga u domeni administracije komercijalnih vozila, izvještavanje o nepredviđenim situacijama na cesti i dr. što je rezultiralo unaprjeđenjem kvalitete usluge prema krajnjim korisnicima. Kroz projekte za unaprjeđenje prometnih i transportnih sustava korištenjem ITS tehnologije na nivou Europske unije dolazi do razvoja transportnih lanaca, podizanja razine poslovanja sudionika transportnih lanaca i prometa općenito.

Ključne riječi: inteligentni transportni sustavi, transportni lanci, administracija komercijalnih vozila, praćenje tereta, ITS tehnologije, informacije, transport

SUMMARY

Intelligent transport systems are a set of cyber solutions that enable information transparency, management and development of transport and transport systems. The characteristic of these systems is the ability of adaptive actions in changing conditions and situations where it is necessary to collect and process a lot of data in real time. The implementation of its enabled modern development in transport chain management processes through the use of vehicle condition and real time traffic information, the possibility of monitoring goods in transport (intelligent cargo), fleet management using ITS services in the domain of commercial vehicle administration, reporting on unforeseen situations on the road, etc. which resulted in improved service quality towards end users. Projects aimed at improving transport and transport systems through the use of ITS technology at the level of the European Union lead to development of transport chains, raising the level of business of transport chain participants and traffic in general.

Key words: intelligent transport systems, transport chains, commercial vehicle administration, cargo monitoring, ITS technologies, information, transport

Sadržaj

1.	UVOD	1
2.	Problemsko područje primjene ITS-a u transportnim lancima	3
2.1.	Razlozi uvođenja ITS tehnologije u područje transportnih lanaca	6
2.1.1.	Interoperativnost transportnih sustava	7
2.1.2.	Ciljevi primjene ITS-a u domeni transportnih lanaca	10
2.2.	Razvoj sustava transportnih lanaca i korištenje suvremenih ITS tehnologija	11
3.	Koncepti povezivanja transportiranih entiteta i podataka o transportiranim entitetima	14
3.1.	ITS u funkciji povezivanja različitih transportnih subjekata poslovanja.	15
3.2.	Primjena ITS tehnologija u praćenju transportnih entiteta	18
3.2.1.	Inteligentni tereti.....	21
3.2.2.	Primjena ITS tehnologija u transportu robe kontejnerima	24
3.3.	Informacijsko-komunikacijski sustavi u domeni povezivanja transportnih entiteta.....	27
3.3.1.	Informacijski sustavi u ulozi povezivanja transportnih lanaca	27
3.3.2.	Komunikacijske tehnologije kao podrška transportnom sustavu....	28
3.3.3.	Lokacijske usluge ITS-a.....	29
4.	Projekti razvijenih zemalja u području unaprjeđenja transportnih lanaca primjenom ITS rješenja	32
4.1.	FRAME arhitektura kao podrška upravljanju transportnih lanaca	33
4.2.	ITS projekti na razini Europske unije	35
5.	Administrativni procesi za komercijalna vozila kao usluga ITS-a u funkciji unaprjeđenja transportnih lanaca.....	41
5.1.	Svrha administrativnih procesa za komercijalna vozila kao usluga ITS-a	41
5.2.	Analiza slučaja na primjeru tvrtke Grom transporti.....	42
6.	ZAKLJUČAK	47

POPIS LITERATURE.....	48
POPIS SLIKA.....	50
POPIS TABLICA.....	50
POPIS KRATICA	51

1. UVOD

Inteligentni transportni sustavi su sustavi čiji razvoj počinje krajem 20. stoljeća kao rezultat sve većeg broja zahtjeva za transportom robe i ljudi, zagušenja prometnica, te ostalih zahtjeva u transportnom sustavu. ITS možemo definirati kao informacijsko-komunikacijsku, upravljačku i holističku nadogradnju klasičnog prometnog i transportnog sustava kojim se postiže veća razina performansi, odvijanja prometa, učinkovitiji transport ljudi i robe, veća sigurnost u prometu, udobnost i zaštita putnika, smanjeno onečišćenje okoliša i dr.

U ovom diplomskom radu tematika obrađuje utjecaj inteligentnih transportnih sustava kao bitne karike u unaprjeđenju transportnih lanaca. Naslov diplomskog rada je: Inteligentni transportni sustavi u funkciji unaprjeđenja transportnih lanaca. Rad je podjeljen u šest cijelina:

1. Uvod
2. Problemsko područje primjene ITS-a u transportnim lancima
3. Koncepti povezivanja transportnih entiteta i podataka o transportnim entitetima
4. Projekti razvijenih zemalja u području unaprjeđenja transportnih lanaca primjenom ITS rješenja
5. Analiza slučaja: Administrativni procesi za komercijalna vozila kao usluga ITS-a u funkciji unaprjeđenja transportnih lanaca
6. Zaključak.

Problemsko područje primjene ITS-a u transportnim lancima obrađuje tematiku definiranja inteligentnih transportnih sustava u domeni transportnih lanaca, te ciljeve i razvoj istih kao i interoperativnost transportnih sustava korištenjem ITS tehnologija.

Treće poglavlje diplomskog rada prikazuje koncepte povezivanja transportnih entiteta i podataka o transportnim entitetima kroz definiciju pojma transportnog entiteta i informacijsko-komunikacijskih sustava ITS-a. Također se u ovom poglavlju analizira prednost korištenja suvremenih ITS tehnologija u vidu inteligentnih tereta, kontejnera te prednosti lokacijsko-navigacijskih sustava u transportnim lancima.

Projekti razvijenih zemalja u području unaprjeđenja transportnih lanaca primjenom ITS rješenja predstavljaju četvrto poglavlje rada koje opisuje projekte na nivou Europske unije koji su bitno utjecali na razvoj sustava transportnih lanaca korištenjem suvremene tehnologije inteligentnih transportnih sustava, te benefite za sudionike transportnih lanaca koji su nastali kao rezultat navedenog.

Peto poglavlje rada donosi analizu slučaja temeljenu na administrativnim procesima za komercijalna vozila kao usluga ITS-a u funkciji unaprjeđenja transportnih lanaca. Analiza slučaja opisuje na koji način ITS kroz administraciju voznog parka tvrtke Grom transporti podiže razinu kvalitete poslovanja navedene tvrtke i koji su benefiti koje je ta tvrtka ostvarila primjenom ovakve tehnologije u svojim poslovnim procesima.

2. Problemsko područje primjene ITS-a u transportnim lancima

Logistika se pojavljuje 50-ih godina prošlog stoljeća, te se razvija planiranjem i izvođenjem vojnih operacija i razvojem trgovine. U vrijeme Drugog svjetskog rata započinje i razdoblje pojave računala što omogućuje razvoj modela operacijskih istraživanja. Primjena operacijskih istraživanja u početku se vrši u okviru rješavanja transportnih problema, kao što su određivanje transportnih ruta, modeli upravljanja inventarom, lociranje i nadzor. Logistika se definira kao upravljanje tokovima robe i sirovina, procesima izrade, završenim proizvodima i pridruženim informacijama od točke izvora do točke krajnje uporabe u skladu s potrebama kupca. U širem smislu, logistika uključuje povrat i raspolaganje otpadnim tvarima. Transportna logistika se definira kao interakcija transporta i integriranih pristupa logistici i menadžmentu opskrbnih lanaca. Transport predstavlja dio logistike uz resurse, skladištenje, rukovanje informacijama i teretom. Transportna logistika predstavlja kretanje roba u opskrbnom lancu. Kako bi se uspostavila povezanost logističkog i inteligentnog transportnog sustava potrebna je integracija komponenata sustava. Važan aspekt predstavlja interoperativnost koja osigurava zajedničko funkcioniranje sustava. Kako bi se osigurao uspjeh uspostavljanja interoperativnosti sustava potrebno je uzeti u obzir metodologiju inteligentnog transportnog sustava imajući u vidu njegove funkcionalne, fizičke, informacijske i komunikacijske karakteristike, te karakteristike logističkog sustava kao što su makrologistički i mikrologistički pristup.¹

Inteligentni transportni sustavi predstavljaju skup kibernetičkih rješenja koji omogućuju informacijsku transparentnost, upravljivost i razvijeniji prometni sustav. Razvoj ITS-a nastaje kao odgovor na rastuće zahtjeve za transportiranjem, zagušenjem cestovnih, zračnih i ostalih vidova prometnica krajem 20. stoljeća. Karakteristika ovakvih sustava je da imaju sposobnost adaptivnog djelovanja u promjenjivim uvjetima i situacijama pri čemu je potrebno prikupiti dovoljno podataka i obraditi ih u realnom vremenu. ITS aplikacije koriste koncepte i tehnike umjetne inteligencije kao što su prepoznavanje oblika, strojno učenje, inteligentno izračunavanje i dr.

U domeni ITS-a razvijaju se inteligentne prometnice, inteligentna vozila, bežične pametne kartice za plaćanje cestarine, dinamički navigacijski sustav, adaptivni sustavi semaforiziranih raskrižja, učinkovitiji javni prijevoz, brza distribucija pošiljaka podržana

¹ Jolić N. LOGISTIKA I ITS. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2006.

internetom, automatsko javljanje i pozicioniranje vozila u nezgodi, biometrijski sustavi zaštite putnika, itd.

ITS se definira kao holistička, upravljačka i informacijsko-komunikacijska (kibernetika) nadgradnja klasičnog sustava prometa i transporta kojim se postiže znatno poboljšanje performansi, odvijanje prometa, učinkovitiji transport putnika i roba, poboljšanje sigurnosti u prometu, udobnost i zaštita putnika, manja onečišćenja okoliša, i dr.²

Razvoj transportno-prometnog sustava zahtjeva pristup koji će omogućiti integraciju razvoja vozila, operacija i infrastrukture da bi se osigurala održiva mobilnost i održivi razvoj transportno-prometnog sustava. Promjene koje su važne u transportnom i prometnom sustavu odnose se na:

- Vremenski okvir u kojem se vrši rješavanje transportnih i prometnih problema i koji treba obuhvatiti vremenski raspon od stvarnovremenskih operacija pa do planiranja na strateškoj razini
- Prostorni okvir rješavanja transportnih problema koji treba obuhvatiti područja od lokalne do globalne razine transportne mreže
- Promjene organizacijskih modela i integraciju transportne usluge koja uključuje izolirane usluge jednog moda i integrirane usluge u opskrbnom lancu
- Kvalitativni okvir za analizu i rješavanje kompleksnih internacionalnih pitanja
- Uporaba različitih pristupa i suvremenih modela koji se koriste za rješavanje transportnih problema uzimajući u obzir zahtjeve za stvarnovremensko upravljanje na području prometne i transportne mreže.

Sustav ITS-a omogućuje integraciju transportnog sustava u cjelini u jedinstven inteligentni sustav koji će omogućiti da se bilo što ili bilo tko premjesti bilo gdje i bilo kada na vrijeme, sigurno i uz prihvatljive troškove. Proces razvoja ITS-a može se promatrati kroz četiri faze.

Prva faza razvoja je ona koja uključuje primjenu na području cestovnog prometa i transporta gdje su najizraženiji problemi vezani za mobilnost. Kao posljedica navedenog razvijaju se rješenja koja omogućuju povezivanje cestovnog transporta s drugim modovima transporta pri čemu se ne zahtijeva da ostali sudionici transporta imaju u potpunosti razvijenu ITS arhitekturu.

Druga faza razvoja podrazumjeva integraciju funkcija u transportnom sustavu koje prelaze granice određenih modova transporta. Ova faza omogućuje integriranje tokova

² Bošnjak I. Inteligentni transportni sustavi 1. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2006.

informacija i funkcija u transportnom sustavu što olakšava bolje razumijevanje i učinkovitije rješavanje multimodalnih problema.

Treća faza razvoja ITS-a podrazumijeva primjenu ITS funkcionalnosti u domeni svakog moda transporta pri čemu se integracija odvija na razini sučelja koji omogućuju interakciju različitih modova transporta bez utjecaja funkcionalnosti jednog moda na funkcionalnosti drugog moda transporta. ITS servisi u ovoj fazi podržavaju razmjenu podataka i informacija bez integriranja funkcija preko granica pojedinih modova transporta.

Četvrta faza razvoja odnosi se na potpuno integrirane multimodalne ITS servise u integriranom transportnom sustavu s integriranim funkcionalnostima ITS-a svih modova transporta. Ovakvi vidovi sustava imaju obilježja kompleksnosti koji uključuju sve funkcionalnosti pojedinih modova transporta i njihove međusobne interakcije i specifičnosti svakog od njih uključujući njihova tehnička, organizacijska, tehnološka i druga obilježja. Kao posljedica svega navedenog dolazi do razvoja novih tehnologija i novih metoda upravljanja u potpuno integriranom prometnom i transportnom sustavu.³

Inteligentni transportni sustavi razlikuju se s obzirom na tehnologiju koja se sastoji od osnovnih upravljačkih sustava kao što su navigacija, sustav za upravljanje prometnim signalima, sustav za nadzor kontejnera, sustavi za praćenje, te naprednijih aplikacija koje integriraju podatke u stvarnom vremenu i pružaju povratne informacije iz niza različitih izvora, kao npr. informacije vezane za parkiranje, meteorološke informacije i dr. Područja primjene inteligentnih transportnih sustava mogu se klasificirati prema načinu prijevoza (cestovni, željeznički, zračni, cjevovodni, pomorski, unutarnji plovni putevi i luke, intermodalni lanci), prema vrsti prijevoza (putnički i teretni) i prema području prijevoza (gradski, regionalni, međuregionalni, koridorski, transeuropski).⁴

³ Ezgeta D. *Inteligentni transportni sustavi*. Sarajevo: Fakultet za saobraćaj i komunikacije; 2018.

⁴ https://www.gtkp.com/assets/uploads/20100207-085521-879-20090729_144759_45188_TRS_IntelligentTransportSystems.pdf (22.7.2021.)



Slika 1. Područja primjene ITS tehnologija

Izvor:

<https://www.etsi.org/images/files/ETSITechnologyLeaflets/IntelligentTransportSystems.pdf/>
(24.7.2021.)

2.1. Razlozi uvođenja ITS tehnologije u područje transportnih lanaca

Rast svjetske trgovine u vrijeme promjena međunarodnog tržišta dovodi do pojave novih zahtjeva s kojima se susreću transportni sustavi. Globalni transportni sustavi postaju predmet proučavanja moderne logistike i poistovjećuju se sa teoretskim osnovama transportnog lanca. Moderna logistika proučava pojam optimizacije transportnog lanca koji je dio globalnog logističkog lanca. Transportni lanac sastoji se od niza karika koje su u međusobnoj interakciji i ukoliko dođe do nefunkcioniranja bilo koje od karika lanac puca i gubi svoju kvalitetu. Karike transportnog lanca su:

- Operator transporta
- Cestovni prijevoz od proizvođača do željezničkog terminala

- Željeznički prijevoz do feeder luke
- Morski feeder prijevoz do HUB (globalne) luke
- Morski prijevoz od HUB luke do HUB luke
- Morski feeder prijevoz do feeder luke
- Željeznički prijevoz od feeder luke do željezničkog terminala destinacije
- Cestovni prijevoz od željezničkog terminala do distribucijskog centra
- Isporuka kupcu.⁵

Primjena inteligentnih transportnih sustava omogućila je suvremeni razvoj u upravljanju transportnim lancima. Sudionici u transportnom lancu koriste informacije o stanju vozila i prometu u realnom vremenu kako bi unaprijedili funkcioniranje transportnog sustava u cjelini. ITS tehnologija u domeni transportnog sustava donosi pozitivne promjene kao što su mogućnost praćenja robe u transportu, upravljanje voznim parkom, izvještavanje o nepredviđenim situacijama na cesti i dr. što je bitno utjecalo na poboljšanje kvalitete usluge prema krajnjim korisnicima.⁶

Razvoj logistike i njezina kompleksnost kao glavne gospodarske aktivnosti dali su doprinos razvoju informacijsko-komunikacijske tehnologije koja je doprinijela podizanju učinkovitosti funkcioniranja transportnih lanaca koji se oslanjaju na multimodalne transportne operacije. Mapiranje događaja i analiza modeliranja mreže koriste se za utvrđivanje izvedivosti ITS-a kao podrške podatkovnom prometu i razmjene informacija u stvarnom vremenu koji su reprezentativni za tijek događaja u multimodalnoj logistici.⁷

2.1.1. Interoperativnost transportnih sustava

Europska komisija je kao glavni kriterij u biranju i procjenjivanju projekata za poboljšanje europske mreže navela interoperativnost prometnog sustava. Interoperativnost i

⁵ Hlača B, Rudić D, Kolarić G. Učinkovitost globalnog transportnog sustava. U: Zbornik Veleri, Rijeka, 2015. Preuzeto sa: [file:///C:/Users/jerkovi%20C4%872/Downloads/zbornik_veleri_3_160_hr.pdf/\(25.7.2021\)](file:///C:/Users/jerkovi%20C4%872/Downloads/zbornik_veleri_3_160_hr.pdf/(25.7.2021))

⁶ Guvenc, O. A Comprehensive View of Intelligent Transport Systems and Supply Chain Management for CIS Countries. DOI: 10.5220/0010472906110617 In Proceedings of the 7th International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems (VEHITS 2021), 611-617. Preuzeto sa: [https://www.scitepress.org/Papers/2021/104729/104729.pdf/\(26.7.2021.\)](https://www.scitepress.org/Papers/2021/104729/104729.pdf/(26.7.2021.))

⁷ Adrian E. Coronado Mondragon, Chandra S. Lalwani, Etienne S. Coronado Mondragon, Christian E. Coronado Mondragon, Kulwant S. Pawar, Intelligent transport systems in multimodal logistics: A case of role and contribution through wireless vehicular networks in a sea port location, International Journal of Production Economics, Volume 137, Issue 1, 2012, 165-175. Preuzeto sa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527311004683> (27.7.2021)

inermodalnost prometnog sustava određene su kao prioritete koje kao takve trebaju prihvatiti lokalne i nacionalne vlasti unutar istraživačkih programa i projekata unaprjeđenja prometnih podsustava i funkcioniranja prometnog sustava u cijelini. Elementi interoperativnosti su:

- Povezivanje cesta-željeznica
- Prometna signalizacija
- Kvalifikacija infrastrukture
- Kvalifikacija prometala
- Informiranje o sigurnosti
- Detaljne odrednice o stanicama.

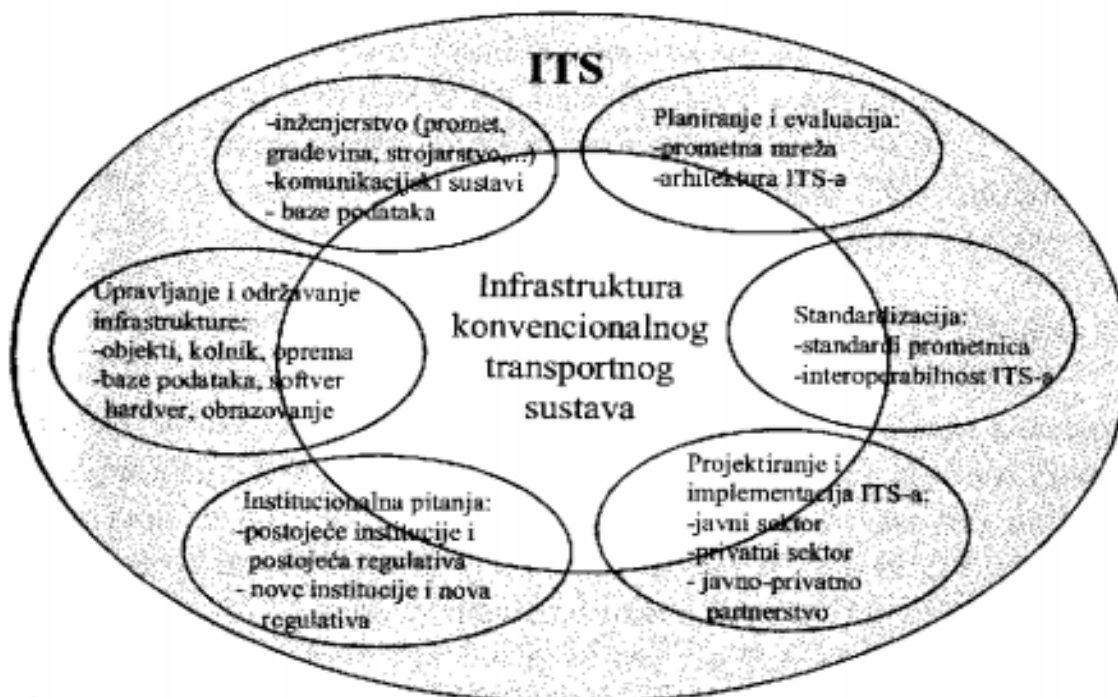
Napredak u prometu je moguć ukoliko se smanje troškovi prometa i poboljša kvaliteta pružene usluge. Interoperativnost omogućuje smanjenje cijena, npr. sustav transporta kontejnera koji je nadograđen suvremenom ITS tehnologijom koja nudi rješenja vezana za praćenje, kontrolu i nadzor kontejnera i smanjenja cijena odlaganja što je posljedica standardizacije veličina i sigurnosnih instrumenata. Koristi od primjene ITS tehnologija uključuju poboljšanje položaja raznovrsnih usluga za autoprijevoznike koji su bitan čimbenik u proširenju tržišta u kojima je raznolik promet konkurentan. Promjene koje unaprjeđuju transportne servisne mogućnosti su vrlo bitne jer mogu izravno povećati cijenu transportnih usluga.⁸

ITS utječe na redizajniranje operacija u postojećim prometnim i transportnim sustavima, kao i na kreiranje novih usluga, te je stoga neophodno razvijati i nove znanstvene metode. One će omogućiti kvalitetan dizajn i interakciju komponenti prometnog i transportnog sustava koje će za rezultat doprinijeti razvoju inovativnih prometnih i transportnih servisa.

Razvoj ITS-a treba se temeljiti na inženjerskom pristupu koji uključuje rigoroznost opisa sustava, formalizaciju iskaza relacija komponenti sustava, razgraničenje sustava i okruženja, mjerenje relevantnih veličina, primjenu matematičko-statističkih metoda.⁹

⁸ Jolić N. LOGISTIKA I ITS. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2006.

⁹ Ezgeta D. Inteligentni transportni sustavi. Sarajevo: Fakultet za saobraćaj i komunikacije; 2018.



Slika 2. Znanja i vještine koje se koriste u implementaciji ITS tehnologija

Izvor: Ezgeta D. Inteligentni transportni sustavi. Sarajevo: Fakultet za saobraćaj i komunikacije; 2018.

Koristi koje donosi interoperativnost sustava odnose se na veću učinkovitost u komunikaciji i razmjenu informacija između tvrtki za prijevoz i korisnika, interoperativnosti vozila i drugih sudionika unutar inteligentnih transportnih sustava na nacionalnoj razini, održavanje postojeće opreme i smanjenje potrebe za ulaganjem tijekom vremena, učinkovitije korištenje transporta koje je temeljeno na inovacijama i novim komercijalnim aplikacijama, transportna rješenja koja rješavaju interoperativnost među razvojnim inženjerima, korisnicima, tvrtkama i procedurama za povećanje učinkovitosti, smanjenje troškova, te pružanje pravovremenih i korisnih informacija, kao i veću učinkovitost u gospodarskom sektoru. Interoperativnost je bitan čimbenik koji pruža sigurnost u povezivanju uređaja i sustava, a usmjerena je na povezivanje i komunikaciju elemenata u vozilu, uređaja, infrastrukture i aplikacija sa drugim dijelovima sustava prema potrebi, bez obzira na to gdje se i kada koriste. Povećanje interoperativnosti povećava sposobnost povezivanja različitih tehnologija i omogućuje neometanu komunikaciju i razmjenu informacija između transportnih tvrtki i korisnika.¹⁰

¹⁰ https://www.its.dot.gov/research_archives/interoperability.htm (30.7.2021.)

2.1.2. Ciljevi primjene ITS-a u domeni transportnih lanaca

Cilj razvoja i primjene inteligentnih transportnih sustava je unaprjeđenje transporta smanjenjem zagušenja u prometu, smanjenjem kapitalnih i operativnih troškova, podizanje razine sigurnosti, povećanje produktivnosti transportne infrastrukture, te smanjenje potrošnje energenata kao i smanjenje zagađenja okoliša. Hijerarhija inteligentnog transportnog sustava koristi opremu ITS-a kao osnovu za razvoj komponenata ITS-a i unaprjeđenje ITS-a. Oprema se sastoji od individualnih dijelova strukture ITS-a što uključuje računala, računalni softver, kamere, komunikacijske veze, transpondere u prijevoznim sredstvima, promjenjivi signali i dr. Komponente ITS-a odnose se na smislene kombinacije opreme ITS-a tvoreći mrežni model. Ona se može shvatiti kao sustav sastavljen od nekoliko elemenata opreme ITS-a na način da je svaki element povezan mrežno sa bar još jednim elementom.

Razvijeni sustavi pružaju veliki broj različitih usluga i uključuju veliki broj interesnih skupina sa različitim ciljevima, zahtjevima i potrebama. Uspješno funkcioniranje sustava zahtijeva korištenje velikog broja komponenata što otežava proces integracije. Ciklus razvoja inteligentnih transportnih sustava sastoji se od faza u kojima je potrebno odrediti timove s jasno definiranim ulogama, zahtijeva sustava koji trebaju biti jasno i precizno opisani, smjerova razvoja sustava, testiranja sustava, obuke interesnih skupina o sustavu, primjene sustava, te uspostave operativnih aktivnosti i održavanja. Uspjeh primjene ITS sustava najčešće izostaje zbog tehnologije koja ne funkcionira ispravno u stvarnim uvjetima, tehnologije koja je preskupa ili nije odgovarajuća za partikularnu primjenu. Stoga je potrebno pri uvođenju ovakve vrste tehnologije u područje transportnih lanaca razmotriti koje se ITS tehnologije uspješno primjenjuju, koje od njih nisu dale dobre rezultate, koje su još uvijek nekorištene iako postoji koncept njihova razvoja i što njezina primjena znači za funkcioniranje transportnih lanaca.¹¹

Ciljevi ITS tehnologije u domeni transportnih lanaca usmjereni su i na područje poslovanja gospodarskih vozila povezivanjem podataka o prijevozniku, državi otpreme i dopreme robe, te razmjeni poslovnih podataka. Komercijalni procesi kao što su sigurnosni pregledi vozila na cesti, provjere dokumentacije, procedura registracije vozila, naplate poreza na gorivo, te prijevoz opasnih tvari uvelike su pojednostavljeni korištenjem suvremene tehnologije. Korištenje elektroničkog pregleda dokumenata i ostalih specifikacija vezanih za teret smanjuje vrijeme prelaska granice.¹²

¹¹ Jolić N. LOGISTIKA I ITS. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2006.

¹² [http://gcmnpc.org/wp-content/uploads/pdf/LRTP_pdfs/ITSSum.pdf/\(1.8.2021.\)](http://gcmnpc.org/wp-content/uploads/pdf/LRTP_pdfs/ITSSum.pdf/(1.8.2021.))

Dodatni ciljevi uvođenja inteligentnih transportnih sustava osim gore navedenih su i povećanje ekonomske učinkovitosti i konkurentnosti, razvoj multimodalnih rješenja, poboljšanje suradnje između tvrtki koje se bave transportom, te integracija i globalizacija prometa.¹³

2.2. Razvoj sustava transportnih lanaca i korištenje suvremenih ITS tehnologija

Korištenje ITS-a dovelo je do razvoja logističkih operacija kroz razmjenu informacija i ažuriranje podataka u stvarnom vremenu, a vezano za različite aktivnosti koje se odvijaju u različitim oblicima transporta. ITS je doveo do poboljšanja učinkovitosti i sigurnosti željezničkog prijevoza. Pomorski promet kroz izgradnju i daljnji razvoj ITS tehnologija sve više dolazi do izražaja. Trenutni ITS sustavi prikupljaju veliku količinu informacija o radu transportnih sustava, te obrađene podatke prenose drugim akterima u transportnoj mreži.¹⁴

Različita područja tehnologije poput komunikacija, računalnog hardvera, sustava za pozicioniranje, telekomunikacija, tehnologija vozila, elektronike i senzora svojom integracijom oblikovala su strukturu ITS-a koja je unaprijedila performanse prijevoznika. ITS se koristi u različitim segmentima transportnih lanaca uključujući upravljanje i kontrolu flote, kontrolu položaja, stanja, smještaja i identifikacije tereta i vozila i dr. Primjena navedenih sustava može povećati fluidnost kamionskog prometa, ubrzati operacije na graničnim prijelazima, te osigurati odgovarajuću razinu kontrole i izvještavanja koja za rezultat donosi veću razinu sigurnosti i učinkovitosti transportnih sustava kao i stvaranje usluga sa dodanom vrijednosti za tvrtke i korisnike. Vrednovanje učinkovitosti transportnih sustava usmjereno je na gospodarske, društvene i ekološke aspekte. Učinkovitost i djelotvornost transportnih sustava podrazumijeva primjenu ITS tehnologija na transportne resurse što uključuje vozila, infrastrukturu i ljudske resurse, te zadovoljenje zahtjeva korisnika. Povećanje učinkovitosti i djelotvornosti

¹³ Drop, N.; Garlińska, D. Evaluation of Intelligent Transport Systems Used in Urban Agglomerations and Intercity Roads by Professional Truck Drivers. *Sustainability* 2021, 13, 2935. Preuzeto sa: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/5/2935/> (4.8.2021.)

¹⁴ Mirzabeiki, Vahid. (2013). An overview of freight intelligent transportation systems. *International Journal of Logistics Systems and Management*. 14.2013, 473-489. Preuzeto sa: [https://www.researchgate.net/publication/262488138_An_overview_of_freight_intelligent_transportation_systems/\(5.8.2021.\)](https://www.researchgate.net/publication/262488138_An_overview_of_freight_intelligent_transportation_systems/(5.8.2021.))

transportnih sustava dovodi do pozitivnog ekonomskog efekta koji se očituje kroz smanjenje vremena putovanja kamiona što za rezultat ima ekonomsku korist za sudionike lanca opskrbe. Primjena ITS-a također omogućuje veću razinu zaštite i sigurnosti ljudi i tereta koji se transportiraju, te osim toga njihova primjena doprinosi zaštiti okoliša i smanjenju negativnih posljedica transporta na okoliš.¹⁵

Svrha razvoja inteligentnih transportnih sustava očituje se u povećanju učinkovitosti prometnog sustava zemlje i realizaciji transportnog potencijala, razvoju intermodalnog prijevoza i međunarodnih prometnih koridora, potpori u donošenju operativnih odluka tj. odluka za upravljanje transportom i prometnom infrastrukturom, podizanju životnog standarda, smanjenju negativnog utjecaja na okoliš, podizanju razine sigurnosti prometa, smanjenju troškova transporta koji direktno utječu na troškove proizvoda, postizanju kvalitete i konkurentnosti usluga prijevoza, informacijskoj podršci prijevozu koja je povezana sa operaterima logističkih usluga.¹⁶

¹⁵ Mirzabeiki, Vahid. (2013). An overview of freight intelligent transportation systems. International Journal of Logistics Systems and Management. 14.2013, 473-489. Preuzeto sa: https://www.researchgate.net/publication/262488138_An_overview_of_freight_intelligent_transportation_systems/(5.8.2021.)

¹⁶ Olga K, Intelligent transport system: the problem of definition and formation of classification system. National Aviation University, Ukraine, 2019; 33-43. Preuzeto sa: https://www.researchgate.net/publication/337595626_INTELLIGENT_TRANSPORT_SYSTEM_THE_PROBLEM_OF_DEFINITION_AND_FORMATION_OF_CLASSIFICATION_SYSTEM (6.8.2021.)

Tablica 1. Glavne ITS usluge u transportnim lancima

<p>Upravljanje prometom i transportom</p>	<p>Informacije koje podržavaju planiranje rute Podaci o odredištu Usluge na razini osobnih podataka Navigacija i podrška pri odabiru rute Optimiziranje protoka prometa Prikupljanje podataka o kontroli</p>
<p>Rukovanje teretnim vozilom</p>	<p>Organiziranje kretanja robe Elektroničko informiranje za kamione Automatska kontrola sigurnosti na cestama Nadzor sigurnosti na vozilu Administrativna podrška kamionima Pregled prijevoza opasnih tvari Upravljanje voznim parkom Multimodalni centri i skladišne usluge</p>
<p>Elektronički sustavi naplate cestarine</p>	<p>Ugovori o distribuciji elektroničkih karata i prijevozu Provjera i potvrda ulaznica Upravljanje ugovorima i otpremnim dokumentima Otkrivanje prijevara</p>
<p>Upravljanje sigurnošću cestovnog prometa</p>	<p>Informacije o stanju na cestama Upozorenje na opasnost Podrška u vožnji Prevenција nesreća Video sustavi protiv sudara Sustavi za sprječavanje sudara Pružanje informacija o ograničenjima prometa uzrokovanim nesrećom Automatska kontrola pružnih prijelaza Sigurnost sudionika Poboljšanje vidljivosti</p>

Izvor: Drop, N.; Garlińska, D. Evaluation of Intelligent Transport Systems Used in Urban Agglomerations and Intercity Roads by Professional Truck Drivers. Sustainability 2021, 13, 2935. Preuzeto sa: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/5/2935> /(4.8.2021)

3. Koncepti povezivanja transportiranih entiteta i podataka o transportiranim entitetima

Transport predstavlja važan čimbenik u razvoju ekonomskog, društvenog i političkog segmenta suvremenog društva. Razvojem novih tehnologija i promjena koje se odvijaju u društveno-ekonomskom okruženju dolazi i do razvoja transporta kroz institucionalne i organizacijske promjene u transportnim sustavima. One se mogu promatrati sa različitih geografskih, tehnoloških i vremenskih razina pri rješavanju transportnih problema.

Transport se odnosi na sustav ili proces koji omogućava kretanje transportnih entiteta (ljudi, teret, informacije) trasama na transportnoj mreži od polazišta do odredišta. Trase mogu biti fizički objekti (ceste, željezničke pruge, cjevovodi), mediji (voda, zrak) ili kozmički prostor.

Transportni entiteti se kreću kroz transportnu mrežu i pri tome stvaraju tokove koji mogu biti tokovi tereta, tokovi putnika i kibernetički tokovi. Transportni entiteti mogu se kretati u interakciji s prometnim entitetima (vozila, zrakoplovi, plovila), integrirani s pokretnim dijelovima transportne infrastrukture (elevatori, žičare, liftovi) ili kretanjem transportnog supstrata kroz transportnu infrastrukturu (cjevovodni transport). Svrha transporta je da se zadovolje zahtjevi za mobilnošću jer transport može postojati samo ako postoje zahtjevi za kretanjem ljudi, tereta i informacija.

Transport ovisi o potražnji, te je transportna potražnja D ovisna o alokaciji aktivnosti AA i kvaliteti usluge QoS i računa se prema [17] uz pomoć formule (1):

$$D=f(AA, QoS) p, s, t \quad (1)$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

- p, s, t - varijable sustav (populacija, prostor, vrijeme).

Kvaliteta usluge određena je investiranjem u infrastrukturu i upravljanje te vrijedi prema [17], a prikazano je uz pomoć formule (2):

$$QoS=f(I, M) \quad (2)$$

gdje je:

- I – količina investiranja u infrastrukturu
- M - upravljanje.

Inteligentni transportni sustavi omogućuju razvoj kvalitete usluge QoS kroz poboljšanje funkcije upravljanja M u prometnom i transportnom sustavu. Za klasifikaciju tipova sustava i procesa transporta u obzir se uzima mod transporta koji se odnosi na način ili oblik na koji se

obavlja proces transporta. Oni se mogu razlikovati prema vrsti infrastrukture, stupnju prema kojem se razdvajaju u odnosu na neki drugi mod transporta, tipu tehnologije vozila, prostornoj hijerarhiji, funkcionalnoj hijerarhiji, rasporedu zaustavljanja, vremenu operacija, vlasništvu itd.

Operacije koje se odvijaju na transportnoj mreži su dinamične i promjenjive zbog utjecaja slučajnih događaja koji imaju mogućnost izazivanja različitih poremećaja. Zbog toga je nužno osigurati stvarnovremensko upravljanje korištenjem hijerarhijski strukturiranih upravljačkih platformi. Vremenske skale promatranja podsustava ITS-a mogu se razlikovati od operativnih do strateških odluka. ITS sustavi pokrivaju široka geografska područja, te otvorenost ovakvih sustava podrazumjeva uključivanje ekonomskih, društvenih i političkih utjecaja na transportni sustav. Transportni sustav zahtjeva integrirana ITS rješenja koja će omogućiti učinkovite transportne operacije na kompleksnim prostorno distribuiranim transportnim mrežama.¹⁷

3.1. ITS u funkciji povezivanja različitih transportnih subjekata poslovanja

Logistički i inteligentni transportni sustav predstavlja složeni sustav s velikim brojem subjekata koji su u međusobnoj interakciji. Uspješno funkcioniranje sustava ne ovisi samo o dostupnosti infrastrukture, suprastrukture i prekrajnih sredstava i organizacijske strukture, nego i o definiranju interesnih skupina tj. subjekata i njihovoj komunikaciji prema općim zahtjevima.

Definiranje interesnih skupina određuje pravce razvoja logističkih i inteligentnih transportnih sustava s obzirom da su interesne skupine inicijatori razvoja novih koncepata, tehnologija i uspostave sučelja prometnih podsustava.

Unutar logističkog i inteligentnog transportnog sustava mogu se definirati tri interesne skupine:

- Unutarnje interesne skupine koje su dio složene organizacije uprave (menadžeri, zaposlenici, članovi odbora, dioničari)
- Vanjske interesne skupine koje čine grupe što djeluju u domeni logističkog sustava (lučka poduzeća, industrija, logistički operateri, skladišni operateri na intermodalnom

¹⁷ Ezgeta D. Inteligentni transportni sustavi. Sarajevo: Fakultet za saobraćaj i komunikacije; 2018.

terminalu i dr.), te grupe koje djeluju izvan domene logističkog sustava (industrija locirana u zaleđu, poduzeća koja sudjeluju u aktivnostima transporta kao što su lučki operateri, logistički operateri, agenti, špediteri, uvoznici, izvoznici)

- Državni organi koji uključuju tijela državne uprave za transport na nacionalnoj, regionalnoj i lokalnoj razini.

Zahtjevi interesnih skupina koji se javljaju u poslovanju unutar logističkog i inteligentnog transportnog sustava mogu se promatrati na tri razine koje se odnose na rukovanje teretom, kontrole vrata sustava i upravljanje prekrcajnim i prijevoznim sredstvima.

Rukovanje teretom uključuje zahtjeve koji prilikom povezivanja subjekata u transportnom lancu trebaju zadovoljiti sljedeće:

- Sustav mora podržati pouzdane operacije s teretom za sve vrste i veličine operatera
- Sustav mora podržati krcatelj primanje informacija o odredištu, svojstvu tereta i ugovornim podacima
- Sustav mora imati mogućnost pružanja informacija o teretu tijekom putovanja i tijekom boravka u luci, terminalu, LDC-u, statusu ukrcavanja, sadržaju, kašnjenju
- Mogućnost transferiranja svake važne i potrebne informacije o teretu kao npr. kada se radi o opasnim teretima
- Mogućnost lociranja, identificiranja i nadziranja tereta u svakom trenutku u logističkom i transportnom sustavu
- Mogućnost praćenja tereta tijekom putovanja
- Sposobnost automatskog ažuriranja podataka o polažaju i stanju tereta
- Sposobnost prikupljanja, obrade i sigurnog i pouzdanog slanja podataka o praćenju tereta tijekom transporta i rukovanja.

Kontrola vrata sustava podrazumijeva sljedeće karakteristike logističkog i inteligentnog sustava kako bi se zadovoljili zahtjevi koji se odnose na povezivanje subjekata u transportu tereta:

- Sustav mora podržati kontrolu prijevoznih jedinica i teretnih jedinica u lučkom sustavu, intermodalnim terminalima i logističko-distribucijskim centrima
- Mora podržati planiranje infrastrukturnih kapaciteta prema veličini prometa
- Sustav treba omogućiti snimanje podataka o vozilu, prijedenoj ruti, opremi, senzorima na teretnoj jedinici za kasniju obradu
- Sustav mora imati mogućnost nadziranja vozila i teretnih jedinica detektirajući nepravilan rad, te poslati alarm o uočenoj nepravilnosti u centar

- Treba podržati slanje informacija brodaru, vlasniku tereta, špediteru, cestovnim i željezničkim operaterima o stanju tereta za koji su zainteresirani
- Sustav mora imati sposobnost pružanja informacija o budućem teretu u sustavu svim zainteresiranim strankama
- Sustav mora omogućiti pohranjivanje prikupljenih i obrađenih podataka u bazu podataka kojoj parcijalno, prema ovlaštenju, mogu pristupiti svi zainteresirani.

Treća razina zahtjeva koje treba zadovoljiti korištenjem logističko-inteligentnog sustava pri povezivanju subjekata u transportnom lancu odnosi se na upravljanje prekrcajnim i prijevoznim sredstvima gdje sustav mora posjedovati niže navedene karakteristike:

- Podržati menadžment operacija ukrcavanja, informacije o sadržaju, kašnjenju i statusu dopreme tereta
- Podržati pružanje informacija o prometu u luci, plovilu, u akvatoriju
- Imati mogućnost praćenja fizičkog stanja prometnih sredstava u stvarnovremenskim uvjetima
- Imati mogućnost lociranja, identificiranja i nadziranja stanja vozila, prekrcajnih i prijevoznih sredstava u svakom trenutku u stvarnovremenskim uvjetima
- Imati mogućnost nadziranja vozila i otkrivanje nepravilnog rada kao što su npr. otvorena vrata, te slanje alarma o pronađenoj nepravilnosti u centar
- Imati mogućnost menadžmenta sučelja kombiniranog transporta.¹⁸

Transport predstavlja ključan aspekt za svako gospodarstvo i društvo jer omogućuje gospodarski rast i otvaranje novih radnih mjesta i kao takav treba se prilagoditi izazovima koji se sve više pojavljuju u vidu globalizacije, klimatskih promjena, energetike i dr. Korištenje inteligentnih transportnih sustava doprinosi upravljanju transportom u realnom vremenu s većom razinom transparentnosti i učinkovitosti u monomodalnom i multimodalnom transportu. Na podizanje kvalitete transporta utječu informacijski sustavi, inteligentni sustavi poput sustava upravljanja zračnim prometom, Europski sustav upravljanja željezničkim prometom i informacijama o željeznici, sustavi pomorskog nadzora, inteligentni transportni sustavi u funkciji povezivanja rješenja za generiranje multimodalnog upravljanja prijevozom i informacijskim sustavima.¹⁹

¹⁸ Jolić N. LOGISTIKA I ITS. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2006.

¹⁹ Gerhard Schilk, Lukas Seemann, Use of ITS Technologies for Multimodal Transport Operations – River Information Services (RIS) Transport Logistics Services, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 48, 2012, Pages 622-631. Preuzeto sa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812027760>/(8.8.2021.)

3.2. Primjena ITS tehnologija u praćenju transportnih entiteta

Razvoj tehnologija i promjene na globalnom tržištu odrazile su se na procese protoka tereta i povećanje korištenja određenih oblika prometa kao i na povećanje korištenja određenih prometnih podsustava. Navedene promjene dovode do razvoja zahtjeva za analiziranjem stanja i učinka postojećeg sustava, prilagodbu ustanova, opreme i obrazovnog sustava s ciljem poboljšanja kvalitete prometa u različitim aspektima. Kao posljedica toga u prvi plan se stavlja problem standardizacije i aspekti standardizacije kao što su kontejnerska standardizacija; interoperativnost i informacijska tehnologija.²⁰

ITS tehnologija koja se koristi u transportnim operacijama kategorizirana je kroz devet različitih sustava. Svaki od sustava predstavlja podršku transportnim operacijama i omogućuje optimizaciju različitih oblika prijevoza. ITS sustavi koji se koriste u transportu tereta su:

- Sustav za kontrolu i nadzor prometa čija je funkcija kontrola i upravljanje prometnim tokom kroz pružanje informacija o prometnim situacijama kao što su sudari, zagušenja, brzine prometnog toka i vozila na prometnicama koje koriste davateljima logističkih usluga i ostalim sudionicima u transportu tereta. Ovakva vrsta podataka koristi se za kontrolu sigurnosti prijevoza. Sustav za kontrolu i nadzor prometa koristi različite tehnologije, poput pametnih semafora, promijenjivih prometnih znakova i kamera za prepoznavanje tablica i mjerenje brzine. Oni imaju utjecaj na planiranje resursa i upravljanje vozilima poboljšavajući sigurnost i učinkovitost transportnih operacija. Sudionici transportnog procesa koristeći ovakvu vrstu tehnologije imaju mogućnost ažuriranja podataka o vremenu dolaska ili obavjesti o kašnjenju što povećava učinkovitost kamiona, luka i terminala. Ekološki učinak transportnih operacija optimizira se smanjenjem vremena prijevoza i rezultira usklađenijim protokom prometa
- Sustavi vaganja u pokretu (WIM- WEIGHT IN MOTION) dizajnirani su za kontrolu i vaganje vozila radi povećanja sigurnosti prijevoza i smanjenja šteta uzrokovanih preopterećenim vozilima. WIM sustavi mogu poboljšati performanse transporta uklanjanjem vremena koje je potrebno za zaustavljanje kamiona na sustavima za statičku kontrolu težine. Prednosti ovakve vrste sustava su da smanjuje vrijeme potrebno za administraciju prijevoza, utječe na smanjenje troškova vezanih za održavanje cesta, oštećenja infrastrukture koja dovode do onečišćenja okoliša, te imaju veliku važnost u podizanju razine kvalitete transportnih operacija. WIM sustavi

²⁰ Jolić N. LOGISTIKA I ITS. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2006.

smanjuju rizik od nesreća koje bi nastale zbog vozila s prevelikom težinom, smanjuju štete na infrastrukturi kao što su ceste ili mostovi i doprinosi uštedi vremena vozačima kamiona

- Sustavi rezervacije prostora za dostavu omogućuju rezervaciju prostora za parkiranje vozila prilikom utovara ili istovara tereta tijekom određenog vremenskog razdoblja. Ovakva vrsta sustava je korisna u urbanim područjima s ograničenim prostorom i za terminale. Sustavi rezervacije prostora za dostavu eliminiraju vrijeme koje je potrebno za pronalazak parkirnog mjesta, smanjuju ukupan broj putovanja vozilima tijekom određenog vremenskog razdoblja što doprinosi zaštiti okolišta, te maksimizira iskorištenost parkirnog mjesta doprinoseći učinkovitosti prometne infrastrukture
- Sustavi praćenja lokacije i stanja vozila pružaju informacije o položaju vozila na karti prijenosom informacija putem satelita u stvarnom vremenu korištenjem interneta. Ugradnjom senzora u vozilo sustav može u stvarnom vremenu pružiti informacije o stanju tereta tijekom transporta, te ima mogućnost kontrole u stvarnom vremenu bez obzira jesu li vrata spremnika zaključana ili otključana. Sustavi praćenja lokacije i stanja vozila omogućuju bolje upravljanje voznim parkom i praćenje tereta i vozila. Posjedovanje informacija o položaju kamiona u stvarnom vremenu omogućuje pružateljima carinskih usluga da identificiraju vrijeme dolaska vozila i pripreme potrebnu dokumentaciju što smanjuje vrijeme čekanja kamiona na granici. Korištenjem ovakve vrste informacija lučki operateri mogu pristupiti ažuriranim podacima o očekivanom vremenu dolaska kamiona kada brodovi kasne. Korištenje ovih sustava omogućuje vozačima da identificiraju sigurne i nesigurne zone parkiranja. Primjena integriranih sustava za praćenje vozila korisna je kao dimenzija sustava za donošenje odluka u upravljanju transportnim resursima i logistikom
- Sustavi za planiranje ruta koriste se za planiranje prometnih ruta kao odgovor na situacije na cestama. Kao rezultat toga, učinkovitost poslovanja povećava se pružanjem bolje razine usluga korisnicima smanjenjem kašnjenja. Rezultat smanjenog vremena čekanja na cestama očituje se u operacijama koje postaju ekološki prihvatljivije i prijevoznici mogu bolje planirati svoje resurse. Dinamičko usmjeravanje i ugovaranje vozila prijevoznicima smanjuje troškove, a korisnicima pruža kvalitetniju razinu usluge kroz smanjenje prometnih zagušenja
- Sustavi za praćenje i kontrolu performansi vožnje analiziraju brzinu i ubrzanje vozača tijekom prijevoza tereta i pružaju povratne informacije koje se koriste za poboljšanje

operacija u vožnji. Povratne informacije smanjuju potrošnju goriva i stoga rezultiraju ekološki prihvatljivim prijevozom i podrškom u upravljanju transportnim resursima. Korištenje tehnologija za poboljšanje koncentracije vozača dovodi do smanjenja nesreća i do sigurnosti rada

- Sustavi za sprečavanje sudara koriste tehnologije poput senzora za smanjenje vjerojatnosti nesreća. Senzori ugrađeni u vozilo mogu upozoriti vozača kada se približi nekom objektu. Druga vrsta sustava za sprečavanje sudara može otkriti objekte i pružiti informacije o vjerojatnosti nesreća mjerenjem udaljenosti između vozila putem prometne infrastrukture
- Sustavi za nadzor lokacije tereta primjenom RFID (Radio Frequency Identification) oznaka bez potrebe za izravnim svjetlosnim kontaktom za skeniranjem stvorili su prednost u transportnim operacijama. Ugradnja RFID čitača na vozila ili skladišta omogućuje automatsko upravljanje kretanjem tereta i bilježenje u baze podataka informacijskih sustava. Korištenje sustava za automatsku identifikaciju (auto-ID) omogućilo je nove procedure poput čitanja velikog broja oznaka u isto vrijeme, te se smanjio broj pogrešaka uzrokovanih ručnim unosom podataka i pogreške u vođenju zaliha broja artikala tijekom skladištenja ili u vozilima tijekom otpreme. Korištenje sustava za praćenje koji su temeljeni na auto-ID dovodi do lakog lociranja artikala u velikim skladištima, lukama i terminalima. Sustavi koji omogućuju smanjenje vremena utovara, istovara i povećanje točnosti podataka o teretu rezultiraju boljim upravljanjem resursa. Oni pružaju veću razinu sigurnosti transportiranih pošiljaka korištenjem vidljivosti lokacije tereta. Tehnologije automatskog identificiranja smanjuju količinu ukradenih predmeta, a u skladišnom poslovanju dovode do veće radne učinkovitosti, smanjenja operativnih troškova, povećanja zadovoljstva kupaca i uštede vremena u aktivnostima koje uključuju upravljanje resursima
- Sustavi za praćenje stanja tereta primjenom različitih senzora za mjerenje fizičkih karakteristika robe, kao što su temperatura, vlaga, razina udara, razina svjetlosti i razina vibracija doprinijeli su velikom napretku u transportnim operacijama. Posljednjih godina povećana je primjena takvih sustava za kontrolu lijekova, opasnih tvari i svježe hrane. Kombinacija senzora sa auto-ID tehnologijama, poput RFID-a pruža nove

možnosti za bolju kontrolu i praćenje protoka robe između različitih sudionika u transportnim lancima.²¹

3.2.1. Inteligentni tereti

Inteligentni teret je pojam koji se odnosi na objekt koji koristi informacijsko-komunikacijsku tehnologiju za prikupljanje i prijenos informacija o teretu od njegove točke utovara pa do točke istovara. Objekt može biti u raznim oblicima i sa različitim sadržajem kao npr. predmet u kutiji, paleta, kontejner itd. Glavni dio inteligentnog tereta oslanja se na RFID (eng. Radio-frequency identification) tehnologiju koja ima mogućnost zamijeniti trenutno korišten barkod zbog učinkovitijeg i jednostavnijeg prikupljanja informacija. Uloga inteligentnog transporta je spremanje i zaštita podataka o robi i njezinom transportu od polazišta do odredišta, komunikacija s okolinom i praćenje transporta od polazišta do odredišta.²²

Inteligentni teret se može definirati kao teret koji pronalazi optimalan put kroz lanac opskrbe uporabom informacijskih i komunikacijskih tehnologija, te naprednih modela koji podržavaju donošenje upravljačkih odluka. Svojstva inteligentnog tereta su automatska identifikacija tereta; informacije o teretu (identifikacija, osobine, mjesto otpreme, uvjeti manipulacije, itd.); komunikacija s okolinom; može primati i pohranjivati podatke o sebi; praćenje stanja tereta i reakcije na odstupanja od zadanih ograničenja (temperature, vlažnost, ubrzanje, skretanje s planirane rute, kašnjenje isporuke itd.); mogućnost sudjelovanja u donošenju odluka ili samostalno donošenje odluka o svom statusu; praćenje položaja i stanja tereta u transportnom i logističkom sustavu; omogućava ovlaštenim korisnicima i sustavima interakciju s teretom.²³

Transportni sustav za ovakvu vrstu tereta koristi informacijske i komunikacijske tehnologije i opremu da bi ispunio zahtjeve u svrhu osiguravanja učinkovitog, sigurnog i pouzdanog transporta. Teret nosi informacije o sebi, krajnjem odredištu i događajima koji su se dogodili tijekom transporta.

Transportni sustav koji je prilagođen inteligentnom teretu sastoji se od:

²¹ Mirzabeiki, Vahid. (2013). An overview of freight intelligent transportation systems. *International Journal of Logistics Systems and Management*. 14.2013, 473-489. Preuzeto sa: https://www.researchgate.net/publication/262488138_An_overview_of_freight_intelligent_transportation_systems (5.8.2021.)

²² <http://intrasus.eu/inteligentni-teret/> (10.8.2021.)

²³ Ezgeta D. *Inteligentni transportni sustavi*. Sarajevo: Fakultet za saobraćaj i komunikacije; 2018.

- Prometne infrastrukture
- Sustava prometne infrastrukture kao što su sustavi za upravljanje prometom i informacijski sustavi
- Terminala
- Sustava koji se koriste u terminalu kao što su komunikacijski sustavi i sustavi za praćenje
- Prijevoznih sredstava
- Robe, npr. kutija, paleta, kontejnera
- Opreme koja je povezana s robom kao što je RFID tag koji je stavljen na robu i povezan sa sensorima koji služe za mjerenje temperature ili pomak robe
- Opreme na prijevoznom sredstvu kao što je elektronički uređaj koji komunicira sa ostalim sustavima (navigacija) i prikazuje podatke na sučelju koje je vidljivo vozaču
- Interoperativnih informacijskih sustava koji omogućuju neprimjetnu razmjenu informacija između sudionika koji su uključeni u operaciju i korištenje transportnog sustava
- Interoperativnost kontrolnih sustava logistike nabave i sustava za podršku koji omogućuju automatsku ili ručnu kontrolu i potporu u odlučivanju inteligentnog tereta u transportnom lancu
- Definiranog skupa uloga i dodjeljenih odgovornosti koji čine platformu za poslovni model inteligentnog transportnog sustava za robu i svakodnevni rad i korištenje sustava
- Okvira unutar kojeg su komercijalna, funkcionalna i tehnička pravila za sustav.²⁴

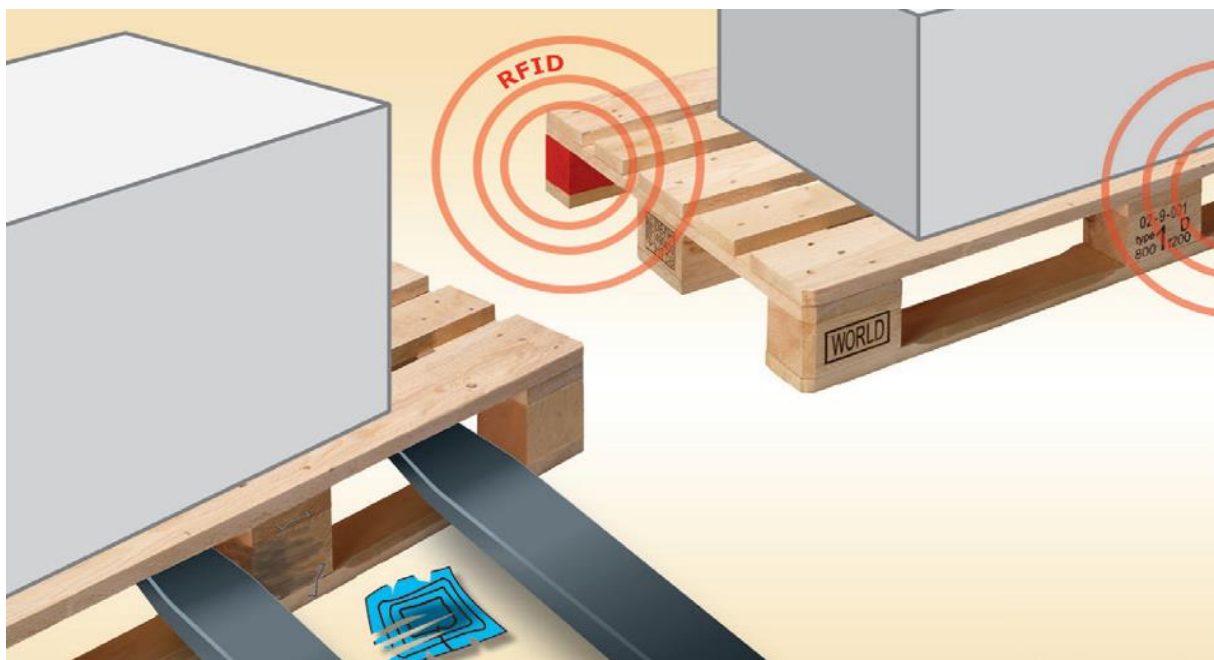
Inteligentni teret je zbog svojih karakteristika donio revolucionarnu promjenu u transportnoj industriji koja se ogleda u poboljšanju učinkovitosti, uštedi vremena i novca dobavljačima i primateljima, te zaštiti okoliša. Razvoj koncepta inteligentnog tereta u transportnim lancima predstavlja veliki logistički napredak koji se očituje u smanjenju transporta koji imaju takozvani “prazan hod” tj. s mjesta istovara se vraćaju prazni na odredište. Korištenjem ITS sustava smanjuje se ovakva vrsta poslovanja, a samim time i zagušenja na prometnicama, prometne nesreće, te zagađenje okoliša koja uzrokuju vozila. Prema definiciji EURIDICE manipulacija sa inteligentnim teretom sastoji se od mogućnosti:

- Identifikacije tereta kako bi ga operater u skladištu mogao izdvojiti sa kontejnera, palate ili kutije

²⁴ <http://intrasus.eu/inteligentni-teret/> (10.8.2021.)

- Koristeći njegov identifikacijski kod operater ima mogućnost pristupa svim dobivenim informacijama od vlasnika tereta, prijevoznika, carinskog tijela radi utvrđivanja daljnjeg postupanja sa teretom
- Korištenjem inteligentnih transportnih tehnologija teret ima sposobnost nadzora vlastite temperature i vlažnosti ukoliko se radi o kvarljivoj robi, pregled oštećenja i dr.
- Inteligentni teret korištenjem ITS tehnologija ima sposobnost neovisnog djelovanja i donošenja odluka javljajući operaterima logistike ukoliko dolazi do odstupanja u zadanim ciljevima, skretanja s planirane rute ili drugih nepredviđenih situacija.

Funkcioniranje sustava inteligentnih tereta sastoji se od senzora, podataka koji se pohranjuju, softvera, te komponenti na teretu koje omogućuju prijenos informacija i fiksne infrastrukture koja upravlja sustavom. Pozadinska infrastruktura je fleksibilna i može je koristiti logistička tvrtka za upravljanje svim operacijskim procesima ili 3PL operater koji svoje logističke usluge pruža transportnim tvrtkama, dobavljačima i primateljima.²⁵,



Slika 3. Prikaz pametne palate s RFID oznakom

Izvor: <https://www.lvt-web.de/topstories/logistik-und-foerdertechnik/nachvollziehbare-logistik/> (12.8.2021.)

²⁵ [https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/intelligent-cargo-more-efficient-greener-logistics/\(12.8.2021.\)](https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/intelligent-cargo-more-efficient-greener-logistics/(12.8.2021.))

3.2.2. Primjena ITS tehnologija u transportu robe kontejnerima

U razvoj tehnologija koje se koriste u kontejnerskom transportu tereta ulaže se veliki novčani kapital i predviđa se relativno dug životni vijek opreme. Kako bi se moglo planirati u smjeru razvoja logističkih i inteligentnih transportnih sustava potrebno je uspostaviti kontejnersku standardizaciju da bi se postigla interoperativnost kontejnera zajedno s tokom informacija.²⁶

Zahtjevi korisnika više se ne mogu zadovoljiti konvencionalnim centraliziranim načinom upravljanja i zato je nužno razviti koncept upravljanja logističkim procesima koji uključuje suradnju sudionika u logističkom lancu i decentralizirano odlučivanje ovisno o stanju logističkog objekta. Logistički objekti (teret, transportna oprema, kontejneri, skladišta) bez obzira da li pripadaju različitim organizacijama, moraju uspješno ostvarivati međusobnu interakciju. Logistički objekti imaju mogućnost autonomnog djelovanja prema ostvarenju postavljenih ciljeva zbog korištenja informacijskih i komunikacijskih tehnologija (RFID, GPS, senzori, bežične komunikacije itd.) koji putem inteligentnih agenata donose odluke u ime logističkih subjekata.

Inteligentni kontejner je razvijen na principu bežične mreže senzora koji prate parametre stanja tereta u kontejneru. Koriste se za lokalno odlučivanje, praćenje položaja i stanja tereta na putu od mjesta otpreme do mjesta dostave. Inteligentni kontejner posjeduje visok stupanj samokontrole i ima sposobnost reagiranja na neočekivane događaje, a neovisno o centralnim upravljačkim strukturama. Opremljen je tehnologijama koje omogućuju praćenje tereta u stvarnom vremenu tj. položaja i stanja tereta u transportnom sustavu. Sastoji se od mreže bežičnih senzora WSN (Wireless Sensor Network), jedinice za praćenje tereta FSU (Freight Supervision Unit) i komunikacijske jedinice koja omogućuje razmjenu podataka. Jedinica za praćenje tereta FSU omogućava konfiguriranje čvorova senzora. Strojno čitljive informacije vezane za funkcionalnost inteligentnog kontejnera omogućava njegova oprema odnosno aktivni i pasivni RFID tag. Ovakva vrsta kontejnera sadrži podatke koji uključuju serijski broj kontejnera, tvornički broj kontejnera, pošiljatelja, primatelja, podatke o teretu (broj paleta, datum proizvodnje, težinu). Svaka paleta koja se nalazi u kontejneru sadrži osnovne podatke o njemu. Inteligentni kontejner korištenjem mreže bežičnih senzora omogućava nadzor i praćenje jedinice tereta, a kada nije moguće ostvariti komunikacijsku vezu i u slučajevima kada internet nije dostupan mreža bežičnih senzora pohranjuje rezultate mjerenja u memoriju na opremi

²⁶ Jolić N. LOGISTIKA I ITS. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2006.

kontejnera. Upravljanje kontejnerom vrši se putem web servisa. Inteligentni kontejner omogućava daljinski nadzor prostorno distribuiranih transportnih parametara te vrši integriranje i dinamičko ažuriranje različitih elemenata mreže bežičnih senzora. Korištenjem inteligentnih kontejnera u ITS okruženju postiže se evaluacija transportnih i logističkih operacija koje su vidljive u:

- Mogućnosti praćenja tereta u kontejneru na multimodalnoj transportnoj mreži
- Tokovi informacija se integriraju s fizičkim tokovima tereta
- Kreiranje i dostava relevantnih i točnih informacija kompanijama i carinskim organima
- Standardiziran način razmjene informacija o teretu
- Učinkovita upotreba suvremenih tehnologija u transportu tereta (RFID, GPRS)
- Interoperativnost različitih transportnih modova kroz neovisne platforme
- Jednostavniji administrativni postupci
- Integriranje transportnih procesa različitih modova transporta.²⁷

Inteligentni kontejner može donosti odluke o stanju tereta i promjeni roka trajanja proizvoda temeljeno na povjesnim podacima i podacima dobivenim mjerenjem. Ove karakteristike kontejera omogućuju alati za logističku paradigmu koja je koncipirana na tome da se proizvod kojem prvo istječe rok isporučuje prvi FEFO (first expired first out) i tako mijenja dosadašnji logistički koncept koji je bio zasnovan na principu FIFO (first in first out) tj. prvi koji je ušao prvi se isporučuje. Funkcionalna arhitektura inteligentnih kontejnera sastoji se od modula senzora, davanja upozorenja, upravljanja bazom podataka, upravljanja sustavom inteligentnog kontejnera.

Modul senzora putem RFID čitača i drugih uređaja prikuplja podatke da bi se omogućilo izvršavanje funkcija:

- Nadziranje uvjeta u kontejneru putem senzora (temperatura, vlažnost, udar, itd.)
- Nadziranje otvaranja i zatvaranja vrata kontejnera
- Praćenje fizičkog stanja kontejnera, te detekcija oštećenja
- Praćenje položaja i kretanja kontejnera
- Praćenje sadržaja tereta prilikom utovara i istovara
- Praćenje stanja susjednih kontejnera.

Modul za upravljanje bazom podataka sastoji se od funkcija kronološkog praćenja događaja kao što su vrijeme zapisa podataka o svakom događaju i očitavanje podataka putem senzora, vođenje dnevnika utovara i istovara, zapisivanje podataka s teretnice, te funkcije

²⁷ Ezgeta D. Inteligentni transportni sustavi. Sarajevo: Fakultet za saobraćaj i komunikacije; 2018.

dostavljanja podataka iz baze na temelju zahtjeva ovlaštenih korisnika. Modul za upravljanje bazom podataka ostvaruje komunikaciju s modulom senzora i modulom upozorenja.

Modul upozorenja korištenjem podataka modula senzora omogućava slanje upozorenja na detektirane promjene kada podaci prikupljeni sensorima odstupaju od dozvoljenih vrijednosti.

Modul za upravljanje inteligentnim kontejnerom upravlja svim modulima i predstavlja potporu operacijama:

- Upravljanje napajanjem omogućava veću energetska učinkovitost smanjivanjem potrošnje energije ili isključenjem senzora
- Upravljanje sigurnošću komunikacijskih sustava koja sprečava neovlaštenu uporabu i prisluškivanje
- Upravljanje komunikacijskom mrežom što pruža dinamičku podršku pouzdanosti mreže, omogućava identifikaciju problema povezivanja mreže, te pruža informacije o performansama mreže
- Pružanje podrške fizičkom održavanju hardverdske komponente i izvještavanju o prekidima rada, zatajenjima sustava, zamjenama baterija itd.²⁸



Slika 4. Prikaz kontejnera sa RFID oznakom

Izvor: <https://www.docksthefuture.eu/rfid-technology-and-e-seal-facilitating-the-port-logistics-automation-and-cargo-tracking/> (14.8.2021.)

²⁸ Ezgeta D. Inteligentni transportni sustavi. Sarajevo: Fakultet za saobraćaj i komunikacije; 2018.

3.3. Informacijsko-komunikacijski sustavi u domeni povezivanja transportnih entiteta

Informacijski sustav je sustav koji procesira, pohranjuje i distribuira informacije na način da prihvaća ulazne podatke iz okoline, obrađuje ih i šalje prerađene informacije natrag u okolinu. On djeluje u kontekstu koji podrazumijeva političko, pravno i ekonomsko okruženje koje uključuje pravila, poslovne procese, tehnike menadžmenta, kao i ljudska i organizacijska ograničenja.

Primjena informacijskih tehnologija i telekomunikacija na području transporta je vrlo složena i nailazi na svladavanje prepreka kao što su osiguranje financijskih sredstava od privatnog i javnog sektora; ostvarenje suradnje ili partnerstva između javnog i privatnog sektora; stvaranje svjesnosti i ostvarenje političke potpore; utvrđivanje troškova i koristi; rješavanje pravnih pitanja i osiguranje privatnosti prikupljenih podataka; izgradnja prometne infrastrukture i osnivanje programa edukacije i uvježbavanja stručnjaka logističkih i inteligentnih transportnih sustava.²⁹

Komunikacijsku osnovu ITS-a čine telekomunikacijski sustavi opće namjene i specijalizirani sustavi koji su razvijeni samo za ITS aplikacije. Komunikacijska arhitektura ITS-a određuje načine komunikacije između ITS sustava i komunikaciju s terminatorima. Specifikacija zahtjeva sadrži količinu informacija, vremensku i semantičku transparentnost, prioritete, šifriranje i ispravljanje pogrešaka i dr. Za povezivanje fizičkih podsustava ITS-a koji se odnose na prometnice, centre, vozila, transportno-logističke terminale, vozače, putnike i dr. koriste se žični i bežični komunikacijski sustavi kratkog do globalnog dometa.³⁰

3.3.1. Informacijski sustavi u ulozi povezivanja transportnih lanaca

U domeni transporta tereta sustav ITS-a integrira inteligentni teret, inteligentna vozila i inteligentnu infrastrukturu. Sustav ITS-a omogućuje svim sudionicima u transportnom lancu pristup stvarnovremenskim informacijama o teretu, njegovom položaju, količini u skladištu, vremenu dolaska na odredište i ostalim potrebnim informacijama. Na taj način se postiže

²⁹ Jolić N. LOGISTIKA I ITS. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2006.

³⁰ Bošnjak I. Inteligentni transportni sustavi 1. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2006.

transparentnost transportnog sustava. Informacije koje se koriste za upravljanje operacijama transporta tereta u ITS okruženju mogu se podijeliti u nekoliko skupina:

- Informacije o prometu i prometnoj infrastrukturi podrazumijevaju informacije o položaju i stanju vozila na prometnicama, stvarnovremenske informacije o prometnim uvjetima koji utječu na transport tereta
- Informacije o lokaciji vozila i tereta uključuju informacije koje su vezane za poziciju tereta na transportnoj mreži i ovaj tip informacija odnosi se na informacije o vremenu dostave tereta, informacije o utovaru i istovaru pošiljke, položaju tereta u skladištima, terminalima i lukama
- Informacije o stanju tereta koje su vezane za fizičke karakteristike tereta tijekom transporta, a uključuju skladištenje i prijevoz
- Informacije vezane za skladištenje sadrže podatke o broju jedinica tereta, nalogima za utovar i istovar, popunjenost skladišta i ostalo
- Kargo informacije koje se odnose na jedinice tereta (model, klasa, veličina, boja, masa, cijena i dr.), informacije o pošiljatelju i primatelju, informacije o količini tereta koje su bitne za kontrolu i upravljanje operacijama transporta. Ovakvu vrstu informacija koriste različiti sudionici kao npr. prijevoznici, teretni terminali, luke, pošiljatelji, primatelji tereta, carinske službe, granična policija i dr.
- Informacije o identifikaciji vozila odnose se na podatke o registarskom broju ili drugom identifikacijskom broju vozila, podatke o marki i tipu vozila, klasi vozila, a koje se koriste za različite transportne operacije.³¹

3.3.2. Komunikacijske tehnologije kao podrška transportnom sustavu

Komunikacijski sustav je koncipiran na način da ne obavlja obradu informacija, nego isključivo vrši prijenos informacija s kraja na kraj komunikacijske mreže putem informacijskog kanala. Telekomunikacijski zahtjevi ITS-a uključuju količinu informacija, vremensku i semantičku transparentnost, prioritete, šifriranje i ispravljanje pogrešaka. Komunikacijske tehnologije su dizajnirane na način da zadovolje određene korisničke zahtjeve, a koje ovise o specifičnostima ITS aplikacija koje se ogledaju u otpornosti na smetnje i greške, visokoj propusnosti i brzini prijenosa, dostupnosti, velikom komunikacijskom doseg, podršci

³¹ Ezgeta D. Inteligentni transportni sustavi. Sarajevo: Fakultet za saobraćaj i komunikacije; 2018.

emitiranju prema terminalu i geografskoj adresi, te jednosmjernoj i dvosmjernoj komunikaciji. Svrha komunikacijske mreže je omogućiti razmjenu informacija između uređaja na izvoru i odredištu komunikacijskog sustava. U prijenosu informacija između izvora i odredišta posreduju mrežni čvorovi. Mrežni čvor je aktivni dio sustava koji ima sposobnost prijema, obrade i slanja informacija. Komunikacijska mreža omogućava međusobnu komunikaciju podsustava ITS-a koja se može vršiti direktno ili posredno. Svi dijelovi podsustava ITS-a moraju koristiti zajedničke protokole koji trebaju biti široko dostupni i tehnološki neovisni kako bi podržavali sve vrste ITS aplikacija.³²

3.3.3. Lokacijske usluge ITS-a

Razvoj bežičnih komunikacijskih mreža, interneta, geografskih informacijskih sustava GIS, sustava globalnog pozicioniranja GPS, doveo je do razvoja novih informacijskih tehnologija koje su nazvane lokacijski zasnovane usluge LBS (Location Based Service). One se definiraju kao mogućnost pronalaženja geografske lokacije mobilnog korisnika i pružanja usluge korisniku zasnovane na njegovoj lokaciji. Komunikacijski sustavi i sustavi pozicioniranja su temeljne komponente ITS sustava. Razvoj sustava GPS-a i geografskih baza podataka omogućio je razvoj automatiziranih sustava navigacije. Kombiniranjem komunikacijskih tehnologija i tehnologija pozicioniranja omogućen je razvoj sustava upravljanja voznim parkom koji omogućava stvarnovremensko praćenje kretanja vozila.

Sustavi pozicioniranja u kopnenom transportu dijele se na sustave zasnovane na usmjerivačima, sustave relativnog pozicioniranja, radijske sustave pozicioniranja.

Lokacijski sustavi koji su zasnovani na usmjerivačima omogućuju povezivanje lokacije vozila i prometne infrastrukture. Lokacija se određuje prepoznavanjem mobilnog uređaja koji prolazi pored usmjerivača postavljenog na prometnu infrastrukturu (RFID tag, DSRC sustav, ad hoc mreža).

Sustavi relativnog pozicioniranja DR (Dead reckoning) rade na principu pozicioniranja na način da se odredi relativna pozicija u odnosu na poznatu lokaciju. Sustav u svakom trenutku bilježi prijeđeni put i smjer, te se na temelju dobivenih vrijednosti određuje njegov novi položaj u odnosu na prethodni položaj.

³² Ezgeta D. Inteligentni transportni sustavi. Sarajevo: Fakultet za saobraćaj i komunikacije; 2018.

Radijski sustavi lociranja zasnivaju se na svojstvima radio valova i mjerenju vremena prostiranja signal. Ovakve vrste sustava mogu biti satelitski sustavi (GPS, Galileo) i kopneni sustavi (LORAN, Telecommunications systems).

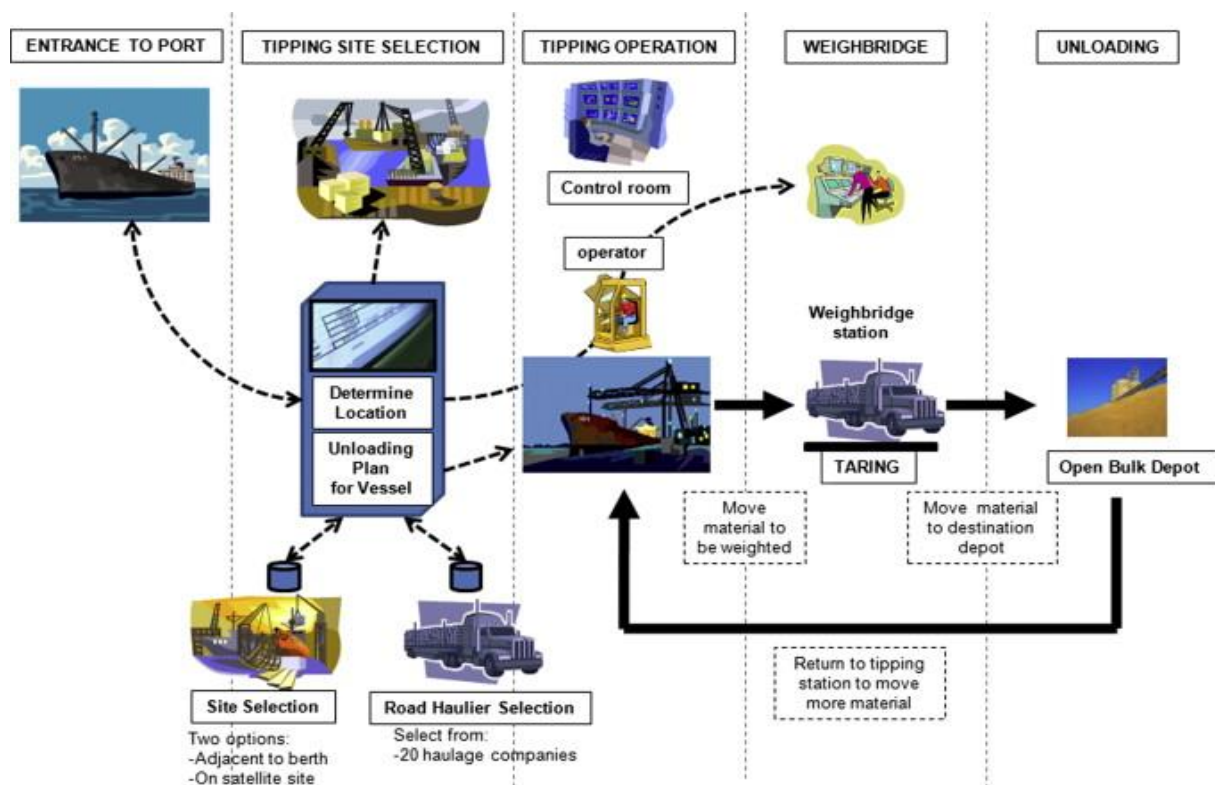
Prikupljanje trenutnih vrijednosti parametara koji opisuju položaj vozila na prometnoj mreži (položaj u globalnom koordinatnom sustavu, apsolutno vrijeme i datum, relativno vrijeme, vrijeme do odredišta, vrijeme kretanja do prepreke na putu, brzina, uzdužno i bočno ubrzanje, udaljenost do odredišta i ostalo) omogućeno je povezivanjem mjernih uređaja na mreži i uređaja vozila u kretanju.³³

Identifikacija logističkih procesa putem mapiranja ključna je aktivnost u primjeni ITS-a putem bežične mreže vozila koja je zasnovana na DSCR-u. Ono zahtijeva uključivanje subjekata koji sudjeluju u transportnom lancu. Cilj mapiranja je identificiranje informacija i toka tereta. Najbolji način za provjeru izvedivosti primjene ITS-a putem bežične tehnologije je istražiti trenutno stanje korištenja informacijsko-komunikacijske tehnologije za podršku u provedbi multimodalnih logističkih operacija.³⁴

Slika 5. prikazuje primjer transporta rasutog tereta, te operacije koje se provode korištenjem tehnologije inteligentnih transportnih sustava. Približavanjem plovila luci informacije o teretnoj dokumentaciji prenose se operateru na terminalu koji je odgovoran za odabir pristaništa za iskrcaj plovila. On provjerava dostupnost dizalica i druge opreme potrebne za istovar, te dodjeljuje kamione koji će ukrcati teret. Operater terminala generira tablicu s pojedinostima koje sadrže datum, dan, odredište na koje se teret transportira i vrijeme. Pojedinosti se prosljeđuju kontroloru vage koji određuje na koju vagu se teret treba iskrcati i daje upute za istovar. Utovar kamiona, vaganje, istovar robe i povratak radi preuzimanja novog tereta u prosjeku traje 20 minuta. Materijali kojima se rukuje mogu uključivati ugljen, stočnu hranu, gnojiva, ali i opasne materijale koji zahtijevaju precizno praćenje koje se postiže bežičnim mrežama za vozila. Svrha bežične mreže vozila je omogućiti podatkovni promet koji je povezan s razmjenom poruka između teretnih vozila i cestovnih jedinica. Mobilni čvorovi u ovom primjeru predstavljaju teretna vozila koja se koriste za istovar rasutog tereta. Čvorovi su radne stanice za bežični LAN.

³³ Ezgeta D. *Inteligentni transportni sustavi*. Sarajevo: Fakultet za saobraćaj i komunikacije; 2018.

³⁴ Adrian E. Coronado Mondragon, Chandra S. Lalwani, Etienne S. Coronado Mondragon, Christian E. Coronado Mondragon, Kulwant S. Pawar, *Intelligent transport systems in multimodal logistics: A case of role and contribution through wireless vehicular networks in a sea port location*, *International Journal of Production Economics*, Volume 137, Issue 1, 2012, 165-175. Preuzeto sa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527311004683> (27.7.2021.)



Slika 5. Prikaz korištenja ITS tehnologija u transportnom lancu

Izvor: Adrian E. Coronado Mondragon, Chandra S. Lalwani, Etienne S. Coronado

Mondragon, Christian E. Coronado Mondragon, Kulwant S. Pawar, Intelligent transport systems in multimodal logistics: A case of role and contribution through wireless vehicular networks in a sea port location, *International Journal of Production Economics*; 2012; ISSN 0925-5273:165-175. (27.7.2021.)

Mobilni čvorovi koriste definirane putanje za kretanje kroz pristupne točke u mreži. Mreža podržava pouzdan prijenos podataka između teretnih vozila i lučkog poslužitelja (pouzdan prijenos podataka između udaljene radne stanice i centraliziranog spremišta podataka).

Uloga i doprinos ITS-a putem bežičnih mreža vozila uključuje mogućnost praćenja vozila i tereta u stvarnom vremenu što daje uvid u operacije isporuke robe, tj. da li je roba utovarena i istovarena na pravom mjestu, te ažuriranje korporativnih podataka u stvarnom vremenu kao i povećanje sigurnosti, prevencije od krađe, veću iskoristivost vozila, nadzor vozača i operatera i dr. što predstavlja promjenu u upravljanju transportnim lancima.³⁵

³⁵Adrian E. Coronado Mondragon, Chandra S. Lalwani, Etienne S. Coronado Mondragon, Christian E. Coronado Mondragon, Kulwant S. Pawar, Intelligent transport systems in multimodal logistics: A case of role and contribution through wireless vehicular networks in a sea port location, *International Journal of Production Economics*, Volume 137, Issue 1, 2012, 165-175. Preuzeto sa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527311004683> / (27.7.2021.)

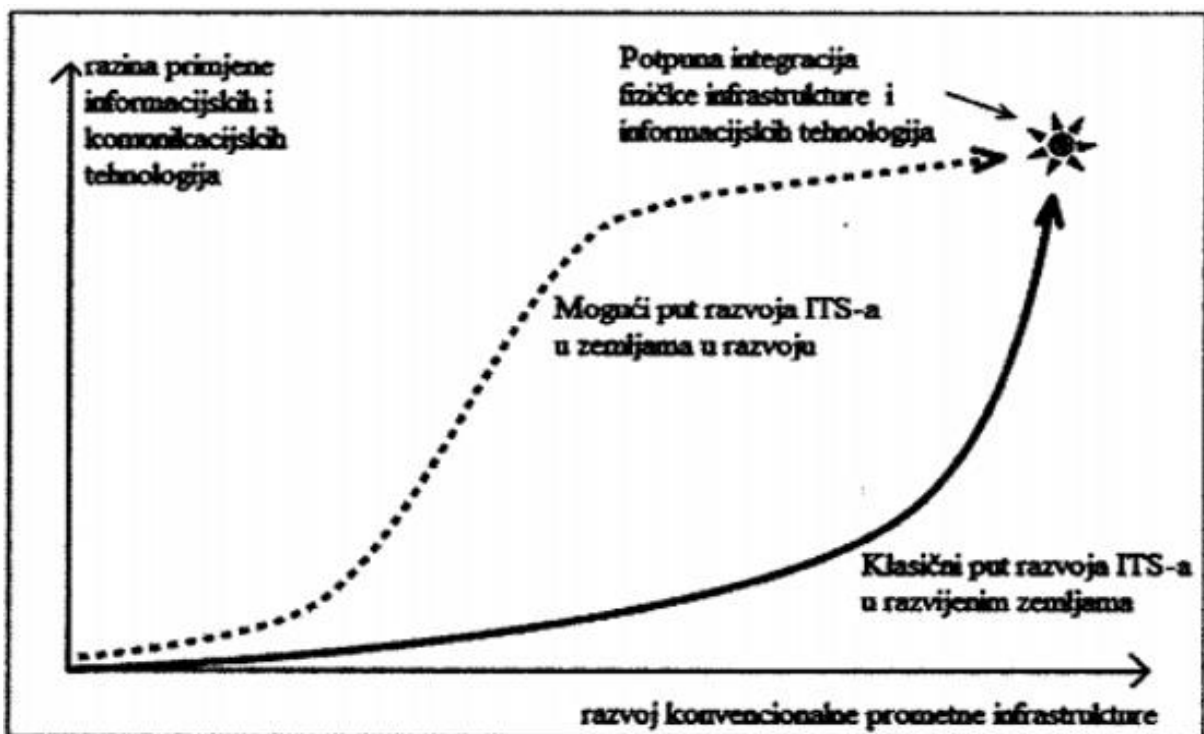
4. Projekti razvijenih zemalja u području unaprjeđenja transportnih lanaca primjenom ITS rješenja

ITS preorijentacija prometne politike odnosi se na usvajanje načela, mjera i instrumenata koji vode prema razvoju prometne infrastrukture i tehnologije usklađene s društvenim i gospodarskim ciljevima. Kako bi se održao razvoj prometnog sustava potrebno je primijeniti ITS rješenja koja uključuju integraciju različitih modova transporta i stvaranje inteligentnih transportno-logističkih mreža (ITLS). Nacionalna prometna politika i strategija razvitka prometa i informacijsko-komunikacijske infrastrukture s početka 21. stoljeća predstavila je ciljeve koji su povezani s razvojem ITS-a. Prometnu politiku potrebno je nadograditi s ITS i logističkim usmjerenjima. Postojeća transeuropska mreža (TEN) na području EU i paneuropski koridori sve se više prilagođavaju ITS kriterijima. U razvoju ITS-a primjenjuju se objektno orijentirane metode i pomagala u skladu s razvojem informatičke tehnologije.³⁶

Kako bi implementacija ITS-a bila uspješna potrebno je stvoriti niz preduvjeta kako u razvijenim zemljama tako i u zemljama u razvoju. U razvijenim zemljama važnu ulogu promocije ITS-a imaju stručne organizacije poput ITS America, ITS Japan, ERTICO/ITS Europe itd. Obzirom da ITS pruža prikupljanje podataka iz različitih izvora i njihovu distribuciju prema različitim korisnicima, potrebno je postojeću komunikacijsku infrastrukturu dograditi i prilagoditi da bi mogla zadovoljiti potrebe dostupnosti i propusnosti. Zemlje u razvoju su vrlo često u nepovoljnijem položaju u odnosu na razvijenije zemlje kada je u pitanju izgradnja temeljne infrastrukture koja je neophodna za društveni i ekonomski razvoj. Problemi vezano za isto očituju se u ograničenim financijskim, tehnološkim, tehničkim i ljudskim resursima. Raspoloživost gotovih tehnologija ITS-a zemljama u razvoju daje mogućnost da preskoče fazu razvoja i testiranja vlastitih aplikacija ITS-a. Zemlje Europske unije razvile su uspješnu suradnju kroz razvoj ITS infrastrukture i opreme. Europska unija ima veliki utjecaj glede standardizacije ITS-a što omogućava plasiranje ITS tehnologija na svjetsko tržište. Vlada SAD-a je prepoznala ITS kao jednu od temeljnih komponenti buduće transportne infrastrukture. Sustavi elektroničke naplate cestarina ENC imaju široku primjenu u SAD-u kao sredstvo smanjenja vremena zadržavanja na naplatnim kućicama i smanjenja troškova prikupljanja

³⁶ Bošnjak I. Razvoj inteligentnih transportnih sustava-ITS. U: Info trend, Zagreb, 2008. Preuzeto sa: <http://www.infotrend.hr/clanak/2008/6/razvoj-inteligentnih-transportnih-sustava-%E2%80%93-its,14,323.html> (16.8.2021.)

cestarina. U Japanu u promoviranju razvoja i implementacije ITS-a sudjeluje više ministarstava. On je vrlo dobro iskoristio svoju razvijenu elektroničku tehnologiju koju je uspješno integrirao u ITS okruženje. Najvažniji program ITS-a u Japanu je razvoj autonavigacijskih i informacijsko-komunikacijskih sustava vozila. U budućnosti se očekuje brže uvođenje ITS aplikacija koje će pružiti visoku stopu povrata ulaganja što uključuje elektroničke sustave naplate cestarine, sustave za praćenje komercijalnih vozila, sustave nadzora kretanja inteligentnog tereta i dr.³⁷



Slika 6. Razvoj ITS-a u razvijenim zemljama i zemljama u razvoju

Izvor: Ezgeta D. Inteligentni transportni sustavi. Sarajevo: Fakultet za saobraćaj i komunikacije; 2018.

4.1. FRAME arhitektura kao podrška upravljanju transportnih lanaca

Europski pristup razvoju inteligentnih transportnih sustava definiran je 1997. godine i prikazan je rezultatima projekata SATIN, CONVERGE i KAREN o razvoju arhitekture sustava. Godine 2001. započet je projekt FRAME čiji je osnovni cilj promocija korištenja okosnice arhitekture na prostoru Europske unije. Oba pristupa o uspostavi arhitekture (američki

³⁷ Ezgeta D. Inteligentni transportni sustavi. Sarajevo: Fakultet za saobraćaj i komunikacije; 2018.

i europski) podrazumijevaju iste komponente uključujući usluge (zahtjeve), logičku (funkcionalnu), fizičku i institucionalnu arhitekturu.³⁸

Implementacija FRAME arhitekture omogućuje prikupljanje podataka o prometu, plaćanju cestarine, podataka o teretnim pošiljkama, stvaranje mjera za upravljanje transportom ili voznim parkom sa ili bez intervencije ljudi. Navedena arhitektura se također može ugraditi u teretno vozilo ili sastavni dio jedinice za prijevoz tereta kao npr. teretni kontejner, prikolicu ili karoseriju vozila što utječe na kvalitetu odvijanja aktivnosti u transportnim lancima. FRAME arhitektura u domeni upravljanja procedurama koje se odvijaju unutar transportnih lanaca pruža funkcionalnost kontrole operacija vezanih za teret. Isto se odnosi i na nadzor korištenja teretnih vozila i njihov prijevoz roba.³⁹

FRAME arhitektura inteligentnih transportnih sustava skup je elemenata koji omogućuju izradu planova za integraciju aplikacija i usluga ITS-a. Uglavnom se odnosi na tehničke, organizacijske, pravne i poslovne aspekte sustava. ITS arhitektura može se implementirati na nacionalnoj, regionalnoj ili gradskoj razini ili se odnositi na određene sektore i usluge. Ona predstavlja podršku implementacije ITS-a kroz planiranje aktivnosti na logičan način, uspješnu integraciju s drugim sustavima, zadovoljenje željene razine performansi, posjeduje traženo ponašanje, jednostavno upravljanje, lako održavanje, jednostavnu nadogradnju kao i ispunjenje zahtjeva korisnika.⁴⁰

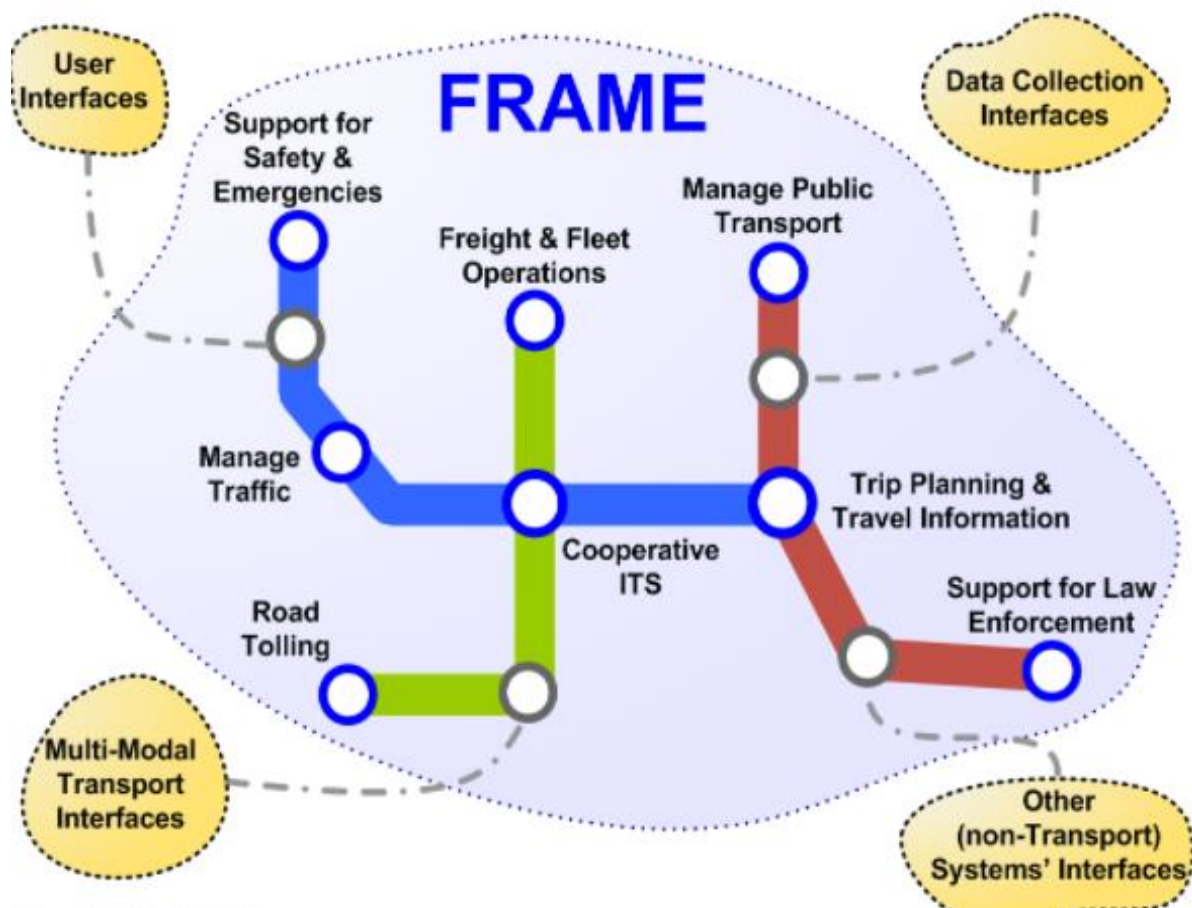
Područje upravljanja teretom i voznim parkom korištenjem funkcionalnosti ITS arhitekture omogućuje kontrolu uporabe teretnih vozila i prijevoza tereta, te načina transporta. Također omogućuje i korištenje sučelja za sigurnost pružajući informacije o opasnim teretima, te sučelje za planiranje ruta za ovu i ostalu vrstu robe.⁴¹

³⁸ Jolić N. LOGISTIKA I ITS. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2006.

³⁹ <https://frame-online.eu/wp-content/uploads/2014/10/selection-tool-reference-manual.pdf>/(17.8.2021.)

⁴⁰ <https://frame-online.eu/first-view/what-is-an-its-architecture>/(17.8.2021.)

⁴¹ <https://frame-online.eu/wp-content/uploads/2015/09/D15-FRAME-Architecture-Part-1-1.0.pdf>/(18.8.2021.)



Slika 7. Prikaz područja integracije FRAME arhitekture
Izvor: <https://frame-online.eu/> (12.8.2021.)

4.2. ITS projekti na razini Europske unije

Inteligentni transportni sustavi bitni su za povećanje sigurnosti i rješavanje europskih rastućih problema vezano za štetnost emisija ispušnih plinova i zagušenja na okolinu. Oni doprinose sigurnosti transporta kroz učinkovitu i održivu primjenu različitih informacijsko-komunikacijskih tehnologija u domeni prijevoza putnika i tereta. Europska komisija potiče razvoj i korištenje ITS rješenja za postizanje učinkovitijeg upravljanja transportnom mrežom. Na projektima koje financira EU radi se na podizanju kvalitete transporta i operacija u cestovnom i kombiniranom načinu prijevoza. Ovakva vrsta projekata otvara put prema automatizaciji u transportnom sektoru. Projekti koji su financirani od strane CEF-a odnose se na implementaciju i nadogradnju ITS usluga duž devet koridora osnovne mreže što znači da će tisuće dodatnih kilometara biti povezano ITS tehnologijama (omogućit će se informacije o

putovanju u stvarnom vremenu, inteligentno parkiranje kamiona i dr.) što će rezultirati učinkovitijim i sigurnijim transportom. Projekti ITS-a razvijaju rješenja za multimodalnu mobilnost ljudi i tereta u stvarnom vremenu. Od 2014. godine CEF podržava usklađeno i paneuropsko uvođenje ITS-a i C-ITS-a. Šira primjena ITS tehnologija rezultira boljim upravljanjem transportom uz fleksibilan i dinamičan promet koji je prilagođen okolnostima. Zadaća CEF-a u domeni ITS-a je implementacija ITS usluga u skladu s Direktivom o ITS-u 2010/40/EU. ITS usluge koriste se duž prekograničnih koridora s visokom razinom interoperativnosti. U navedenim projektima sudjeluju države članice, industrija, privatni subjekti, nadležna tijela za upravljanje cestama i ostali.

Projekt Ursa Major 2 za cilj ima implementaciju usluga transportnih sustava za poboljšanje sigurnosti i učinkovitosti teretnog prometa uglavnom duž jezgre koridora Rajna-Alpe koji povezuje luke Sjevernog mora, područje Rajne i Ruhra, gradska područja u južnoj Njemačkoj i Italiji. Ciljevi ovog projekta uključuju i razvoj usluga parkiranja kamiona i navigacijsku podršku za kamione u skladu s uredbom Komisije (EU) 885/2013. Glavna dodana vrijednost UM2 je unaprijeđenje usluga za međunarodni teretni promet. On će pružiti pogodnosti vozačima kamiona i prijevoznicima u pogledu pouzdanih i pravovremenih informacija o uvjetima putovanja i preporukama za odabir tražene rute. Također će minimizirati kašnjenja i neizvjesnosti koja nastaju kao posljedica kašnjenja tereta. Države članice koje su članice ovog projekta su Austrija, Njemačka, Italija, Nizozemska.



Slika 8. Prikaz teritorija koji obuhvaća projekt Ursa Major 2

Izvor: https://ec.europa.eu/inea/sites/default/files/its_cef2020_projects_2017.pdf (18.8.2021.)

Crocodile 2 je projekt koji uključuje javne vlasti, nadležna tijela za upravljanje cestama i pružatelje prometnih informacijskih usluga kako bi se osiguralo koordinirano upravljanje prometom i kontrola koja rezultira visokokvalitetnim informacijskim uslugama za sve sudionike. Austrija, Bugarska, Hrvatska, Cipar, Češka, Njemačka, Grčka, Mađarska, Italija, Poljska, Rumunjska, Slovačka i Slovenija su zemlje partneri koji zajedno rade na tome da se prekogranični promet unaprijedi korištenjem usklađenih i sinkroniziranih ITS aplikacija. Ovaj projekt će doprinijeti sigurnosti prometa na cestama, besplatnim informacijama vezano za promet, pružanju informacijskih usluga vozačima kamiona i komercijalnih vozila o sigurnim parkirnim mjestima, te pružanju informacija u stvarnom vremenu sukladno s EU regulativama i politikom. Države koje su članice ovog projekta su Austrija, Cipar, Češka, Njemačka, Grčka, Italija, Poljska, Rumunjska, Slovenija.

CROCODILE 2

2014-EU-TM-0563-W



Slika 9. Prikaz teritorija kojeg obuhvaća projekt Crocodile 2

Izvor: https://ec.europa.eu/inea/sites/default/files/its_cefh2020_projects_2017.pdf (18.8.2021.)

Arc Atlantique corridor phase 2 je projekt koji za cilj ima primjenu cestovnih ITS usluga koje obuhvaćaju Sjeverno more-Sredozemlje i koridore mreže Atlantik CEF-a. Ciljevi ovog projekta su učinkovitost, sigurnost i uklanjanje zagušenja, uskih grla, poboljšanje pouzdanosti. ITS usluge u ovom projektu odnose se na upravljanje prometom i razmjenu informacijskih usluga. Tehničke implementacije sadržane su od ITS tehnologija i usluga (npr. dostupnost informacija u stvarnom vremenu) koje imaju utjecaj na učinkovitost i sigurnost koridorske

mreže, te interoperativnost i kontinuitet izvršenja usluga. Usluge predstavljaju potporu svim sudionicima u prometu, uključujući teret i prekogranično povezivanje. Države članice ovog projekta su Belgija, Španjolska, Francuska, Irska, Nizozemska i Ujedinjeno Kraljevstvo.

Arc Atlantique corridor phase 2

2014-EU-TM-0597-W



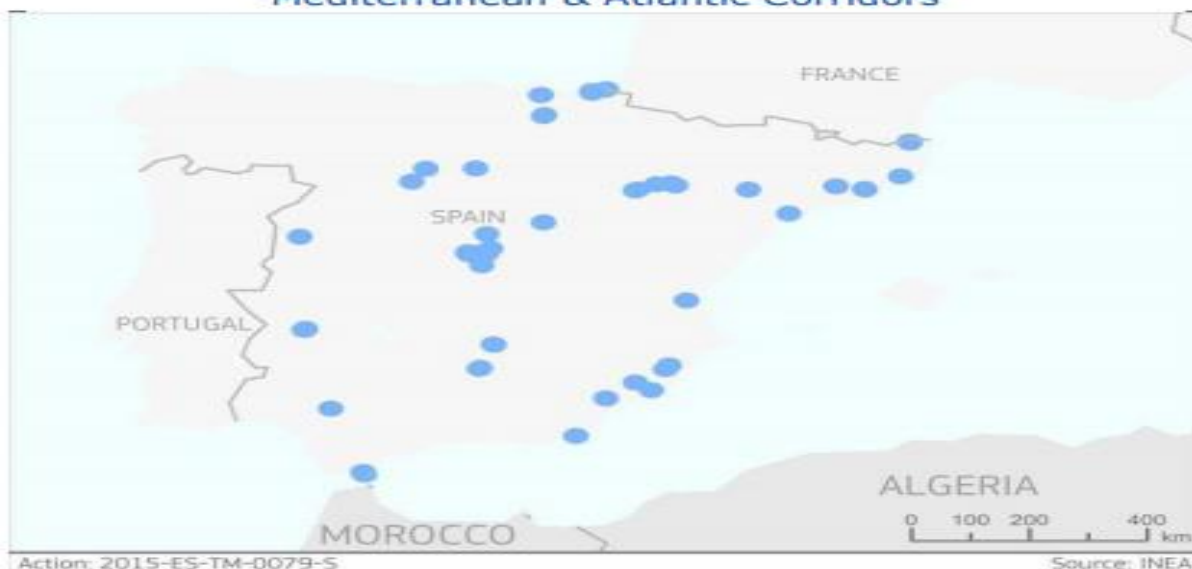
Slika 10. Prikaz teritorija kojeg obuhvaća projekt Arc Atlantique corridor phase 2

Izvor: https://ec.europa.eu/inea/sites/default/files/its_cefh2020_projects_2017.pdf (18.8.2021.)

Solred C-ITS Monitoring Network (SolC-ITS) predstavlja projekt čiji je cilj testiranje integracije sustava za gorivo i sustava za upravljanje voznim parkom koji ima mogućnost automatskog izračuna najoptimalnije rute u stvarnom vremenu i shodno tome automatsku procjenu količine goriva, autorizaciju i plaćanje goriva potrebnog za provedbu odabrane rute. Sustav je namjenjen potpori osiguranja teretnih vozila i upraviteljima voznih parkova kroz obavjesti o potrebama održavanja, eko vožnji, informacijama o procjeni potrošnje goriva u odnosu na stvarnu potrošnju. Sudionici u testiranju sustava su 53 benzinske postaje Repsol duž španjolskog dijela koridora atlantske i mediteranske jezgre. Rezultat ovog projekta trebao bi se očitovati u povećanju razine sigurnosti koja se ogleda u prevenciji i smanjenju krađe goriva, evaluaciji protoka prometa i smanjenja potrošnje goriva, zagušenja i minimiziranja negativnih utjecaja na okoliš.

SOLRED C-ITS Monitoring Network (SoIC-ITS)

2015-ES-TM-0079-S
Mediterranean & Atlantic Corridors



Slika 11. Prikaz teritorija kojeg obuhvaća projekt Solred C-ITS Monitoring Network
Izvor: https://ec.europa.eu/inea/sites/default/files/its_cefh2020_projects_2017.pdf/(18.8.2021.)

Optimum je projekt koji integrira najsuvremenija ITS rješenja za podizanje kvalitete tranzita, prometa tereta i prometne povezanosti unutar Europe. Projekt pridonosi većoj mobilnosti uvođenjem i promicanjem interoperativnosti, prilagodljivosti i dinamičnosti kroz za to prilagođene aplikacije, a s ciljem minimiziranja problema koji proizlaze iz složenih transportnih okruženja i njihove uporabe (npr. emisije CO₂, visoke razine zagušenja, smanjena kvaliteta života i dr.), te prevenciji neželjenih događaja prije nego što se pojave. Rješenja ovih problema zahtijevaju prikupljanje, obradu i prijenos podataka kroz razne senzore, sustave i pružatelje usluga. Svrha ovog projekta je primjena u multimodalnom prometu, usmjeravanje vozila, elektroničko plaćanje cestarina, te praćenje potreba transportnih sustava.

Roadart je projekt koji optimizira integraciju ITS komunikacijskih jedinica unutar kamiona kako bi se povećala sigurnost na cestama. Arhitektura ITS-a koja se primjenjuje u ovom projektu treba biti visoke kvalitete kako bi se osigurala kvalitetna usluga za kamione i teška vozila. Cilj projekta je postići sigurnost na cestama korištenjem aplikacije za sustave koji povezuju vozila i infrastrukturu sa vozilom u kritičnim uvjetima u stvarnom okruženju, poput tunela ili kada se nalazi više kamiona jedan iza drugoga. Kako bi se isto ostvarilo koristit će se kooperativni adaptivni tempomat koji će signalizirati kada se kamioni nađu jedan blizu drugoga. Roadart je usmjeren na razvoj novih tehnika lociranja i detekcije u uvjetima u kojima globalni satelitski navigacijski sustavi nisu dostupni (npr. tuneli). Projekt je usmjeren na

tehniku koja koristi kooperativnu i adaptivnu komunikaciju, te mjerenja korištenjem senzora i informacija koje omogućuje infrastruktura. Svrha Roadart-a je da doprinese povećanju razine sigurnosti, boljem protoku prometa i smanjenju emisija stakleničkih plinova.⁴²

⁴² https://ec.europa.eu/inea/sites/default/files/its_cefh2020_projects_2017.pdf/(18.8.2021.)

5. Administrativni procesi za komercijalna vozila kao usluga ITS-a u funkciji unaprijeđenja transportnih lanaca

5.1. Svrha administrativnih procesa za komercijalna vozila kao usluga ITS-a

Administrativni procesi za komercijalna vozila kao usluga ITS-a odnose se na administraciju i elektroničku prijavu, obradu, prikupljanje pristojbi, izdavanje i distribuciju dokumentacije komercijalnih vozila. Koristeći ovaj sustav u poslovanju prijevoznici, vozači i vozila mogu se uključiti u razne programe kao što su npr. elektronička provjera, bežična kontrola brzine komercijalnih vozila. Prikupljeni podaci održavaju se u Centru za upravljanje gospodarskim vozilima, a prikupljeni podaci dostupni su prijevoznicima, vozačima i drugim ovlaštenim korisnicima. Centri za upravljanje gospodarskim vozilima mogu dijeliti podatke o dokumentaciji s drugim centrima, tako da je moguće da bilo koji centar za upravljanje gospodarskim vozilima ima pristup dokumentaciji, pristojbama, statusu i podacima o sigurnosti. Administracija gospodarskih vozila kao usluga ITS-a treba omogućiti izdavanje potrebne dokumentacije prijevoznicima koji upravljaju voznim parkom, gospodarskim vozilima i teretom kako bi se smanjilo opterećenje tvrtkama i prijevoznicima vezano za papirologiju. Osim navedenog ITS usluge koje se koriste u administraciji komercijalnih vozila omogućuju razmjenu podataka vezano za status carinjenja, evidenciji vozača, izvješća o nesrećama, podatke o potrebnim transportnim dozvolama, elektroničko carinjenje, identifikaciju vozila, kontrolne preglede, performanse vožnje, kontrole usklađenosti rada voznog parka, kao i popratne obavjesti o neispravnosti istoga, upravljanje teretom, ažuriranje digitalnih karti i ostalo.⁴³

ITS digitalne usluge u funkciji administracije za teretna vozila su usluge kojima se postiže optimizacija poslovnih procesa, smanjenje troškova goriva i administrativnih troškova te se poboljšava učinkovitost vozača. Ove usluge također omogućuju promjenu planirane rute ukoliko to zahtjeva situacija, te se time postiže točna i pouzdana isporuka, a pri tome uzimajući u obzir vrijeme vožnje i odmora vozača i uvid u isto korištenjem automatiziranih procesa i analizom podataka koji su prikupljeni tahografom. Aplikacije u funkciji ITS tehnologije za ovu

⁴³ <https://local.iteris.com/arc-it/html/servicepackages/sp169.html#tab-5/> (19.8.2021.)

domenu djelovanja imaju razne pogodnosti za korisnike, te su neke od njih povijest vožnje za određeni vremenski period, najvažniji podaci o vozilu i vozaču u stvarnom vremenu (brzina, razina goriva, ime vozača i dr.), podaci vezani za kartu (pretraživanje adrese, prometni uvjeti i smetnje, ceste s ograničenjem prometa, trenutna prometna situacija), prethodni događaji u povijesti vožnje (promjena vozača, početak i kraj putovanja, granični prijelazi i dr.), pregled tablice svih prethodnih položaja i događaja, planiranje rute kamiona (podrška za standardne veličine kamiona, podrška za dimenzije po mjeri kupca, razmatranje poremećaja u prometu, izračun troškova cestarine), korisničke i systemske točke interesa na karti, dijeljenje položaja (dijeljenje podataka o položaju vozila s klijentima) i dr.⁴⁴

5.2. Analiza slučaja na primjeru tvrtke Grom transporti

Analiza slučaja administrativnih procesa za komercijalna vozila kao usluga ITS-a u ovom radu prikazat će se kroz poslovanje tvrtke Grom transporti čija je osnovna djelatnost pružanje usluga u transportu robe. Grom transporti je tvrtka sa sjedištem u Hrvatskoj koja posluje na teritoriju Europske unije i čiji se vozni park sastoji od četiri teretna vozila kojima se obavlja prijevoz nafte i kontejnera. Ona u svom poslovanju koristi usluge suvremene tehnologije inteligentnih transportnih sustava. Obzirom da je dio transportnog lanca kojim se vrši opskrba korisnika naftom i drugom vrstom robe koja se transportira u kontejnerima ova tvrtka je zahvaljujući suvremenoj administraciji procesa za komercijalna vozila uvelike pojednostavila svoje poslovanje.

Kako tvrtka posluje na području Europske unije kao rješenje za administraciju voznog parka odlučili su koristiti usluge tvrtki DKV Euro Service i AS 24. Implementacija usluga tvrtke DKV Euro Service u poslovanje tvrtke Grom transporti omogućila je preglednije, jednostavnije i učinkovitije odvijanje poslovnih procesa unutar poduzeća. Grom transporti koriste slijedeće ITS usluge koje im olakšavaju administraciju voznog parka:

- Elektroničko plaćanje cestarine
- Plaćanje goriva
- Održavanje vozila na servisima
- Asistencija na cesti

⁴⁴ <https://rio.cloud/hr/marketplace/produkt/essentials>/(19.8.2021.)

- Korištenje sigurnih parkirališta za kamione
- Automatiziran povrat poreza.

Kako bi mogli koristiti usluge firme DKV Euro Service tvrtka Grom transporti je s navedenom firmom sklopila ugovor o poslovanju, te je nakon toga od iste dobila na korištenje uređaje koji se nalaze u vozilu za elektroničko plaćanje cestarine i karticu s kojom vrše plaćanje goriva na benzinskim postajama s kojima ista ima ugovoreno poslovanje na teritoriju Europske Unije, servisima za održavanje vozila, asistenciju vozila ukoliko dođe do kvara vozila na cesti, korištenje sigurnih parkirališta za kamione što pruža sigurnost od prevencije krađe tereta kao i sigurnost vozača, te obračun povrata poreza koji se također vrši elektroničkim putem. Grom transporti zahvaljujući ovakvom načinu administracije svojih komercijalnih vozila u kojima kroz ITS usluge imaju mogućnost korištenja niza usluga u svojim poslovnim aktivnostima ima jednostavniji uvid u svoje troškove, a samim time i u organizaciju posla. DKV Euro Service firmi Grom transporti ispostavlja dva puta mjesečno račun za pružene usluge koji ujedno predstavlja i evidenciju potrošnje goriva na kojem su troškovi sortirani prema vozilima, evidenciju troškova cestarine koja je prema potrošnji sortirana po zemljama. Na ovaj način omogućen je uvid i lakše praćenje potrošnje goriva svakog od vozila.

Nadalje, korištenjem usluga koje pruža DKV Euro Service omogućuje se i povrat poreza na dodanu vrijednost elektroničkim putem. Isto je omogućeno kroz poslovanje tvrtke DKV Euro Service i tvrtke Remobis. Tvrtka Remobis nakon što elektroničkim putem zaprimi račune od Grom transporti odrađuje birokratske procedure i podnosi zahtjeve za povrat poreza nadležnim tijelima svake pojedine zemlje gdje su izvršene transakcije, te povrat poreza automatski prosljeđuju na DKV karticu koju koristi firma Grom transporti. Ova usluga koja je temeljena na tehnologijama inteligentnih transportnih sustava kroz elektroničku obradu podataka omogućuje pristup svim potrebnim informacijama vezano za troškove u bilo kojem trenutku, te uvid u račune, kao i automatsko arhiviranje i prikupljanje podataka kroz DKV izvještaje. Ovakav pristup u poslovanju tvrtke Grom transporti rezultira uštedom vremena vezano za birokratske procedure kao i financijsku transparentnost.

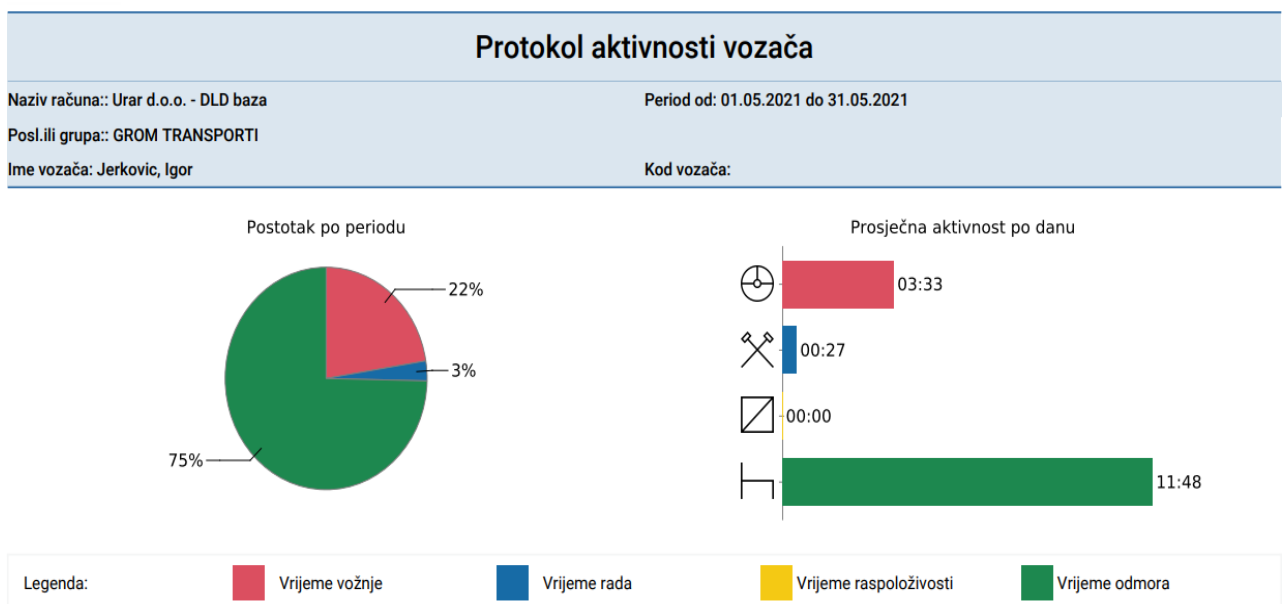
Osim usluga koje im pruža DKV Euro Service, Grom transporti za administraciju svojih komercijalnih vozila koriste i ITS usluge tvrtke AS 24. To je firma koja također omogućuje elektroničko plaćanje cestarine, plaćanje i praćenje potrošnje goriva, praćenje vozila, automatizirani povrat poreza, sigurna parkirališta i dr. Grom transporti od navedene tvrtke koristi osim usluga plaćanja goriva, elektroničkog plaćanja cestarine i povrata poreza i uslugu praćenja vozila. Kako bi se ova usluga mogla koristiti tvrtka Grom transporti je u vozila ugradila uređaj odnosno kutiju pomoću koje se omogućuje praćenje vozila GPS-om. Grom

transporti koristi ovu vrstu ITS usluge u administraciji svog voznog parka kako bi se u bilo kojem trenutku mogla provjeriti lokacija vozila, te izvršiti kontrola i optimizacija ruta kao i predviđanje putnih troškova. Praćenje voznog parka osim već navedenih prednosti, također pruža učinkovitije i bolje odvijanje poslovnih procesa jer ova usluga ima dodanu vrijednost za krajnje korisnike s obzirom da im se na ovaj način može omogućiti dostupnost informacija o trenutnom položaju vozila i vremenu isporuke robe, odnosno usluge.

Tvrtka Grom transporti također koristi i usluge tvrtke koja se bavi očitavanjem tahografa. Tahograf u vozilu služi za evidenciju rada vozača, te pokazuje ispravnost vožnje i da li je vozač koristio zakonom propisane odmore. Na ovaj način se postiže sigurnost vozača i ostalih sudionika u prometu i izbjegavanje prometnih nesreća nastalih kao posljedica umora vozača. Tvrtka za očitavanje tahografa tvrtke Grom transporti koristi ITS tehnologije zasnovane na DLD bežičnom prijenosu podataka koje omogućuju automatsko očitavanje tahografa bez obzira gdje se vozilo nalazilo u danom trenutku. Očitavanje tahografa vrši se svakih 28 dana i funkcionira na način da se u vozilo na tahografu ugradi uređaj pomoću kojeg se bežičnim putem korištenjem satelita vrši očitavanje istog preko kartice vozača koju posjeduje svaki vozač koji upravlja teretnim vozilom. Nakon što se podaci bežičnim putem prenesu s kartice vozača, firma koja se bavi očitavanjem tahografa automatski iste podatke prosljeđuje Agenciji za komercijalnu djelatnost koja je od posebnog interesa Republike Hrvatske i koja vrši kontrolu ispravnosti evidencije rada vozača dobivenu putem digitalnog tahografa. Rezultat korištenja ove vrste usluge koju omogućuju inteligentni transportni sustavi je ušteda vremena, fleksibilnost jer su podaci dostupni bilo gdje i u bilo kojem vremenu i transparentnost poslovanja.

Protokol aktivnosti vozača											
Naziv računa: Urar d.o.o. - DLD baza						Period od: 01.05.2021 do 31.05.2021					
Posl.ili grupa: GROM TRANSPORTI						Kod vozača:					
Ime vozača: Jerkovic, Igor											
Datum	Start	Kraj	Ukupno	⊕	⊗	⊠	⊕⊗⊠	⊏	Vozilo	Udalj.	Brzina
Uto, 04.05.2021	11:20	02:00	14:40	02:45	00:27		03:12	11:28	ZG1079HM	146	53.09
Sri, 05.05.2021	02:00	02:00	24:00	01:17	00:55		02:12	21:48	ZG1079HM	64	49.87
Čet, 06.05.2021	02:00	02:00	24:00	08:15	00:25		08:40	15:20	ZG1079HM	623	75.52
Pet, 07.05.2021	02:00	02:00	24:00	00:05	00:19		00:24	23:36	ZG1079HM		
Sub, 08.05.2021	02:00	19:16	17:16	09:32	00:41		10:13	07:03	ZG1079HM	689	72.27
∑ 5 Dana			103:56	21:54	02:47		24:41	79:15	1	1522	62.69
Čet, 20.05.2021	17:29	23:59	06:30	02:49	00:24		03:13	03:17	ZG1079HM	159	56.45
∑ 1 Dan			06:30	02:49	00:24		03:13	03:17	1	159	56.45
Pon, 31.05.2021	16:48	17:02	00:14	00:09			00:09	00:05	ZG1079HM	9	60.00
∑ 1 Dan			00:14	00:09			00:09	00:05	1	9	60.00
∑ 7 Dana			110:40	24:52	03:11		28:03	82:37	1	1690	59.71

Slika 12. Izvještaj s digitalnog tahografa
Izvor: Arhiva dokumenata tvrtke Grom transporti



Slika 13. Objašnjenje izvještaja s digitalnog tahografa
Izvor: Arhiva dokumenata tvrtke Grom transporti

Slike 12. i 13. prikazuju izvještaje koji se odnose na aktivnosti vožnje vozača i koji daju uvid u vrijeme vožnje, vrijeme rada, raspoloživosti i odmora vozača. Na taj način se olakšava praćenje ispravnosti odvijanja aktivnosti rada i zakonom propisanih obveza.

Kako bi poboljšali svoje operativne aktivnosti vezane za transport tereta tvrtka Grom transporti je vozačima omogućila korištenje navigacijskih uređaja. Navigacijski uređaji rade na principu korištenja inovativnih ITS tehnologija i u svom radu koriste satelitski prijenos podataka. Transport robe je korištenjem navigacijskih uređaja u današnjem vremenu dobio jednu sasvim novu dimenziju. Prednosti koje vozači imaju korištenjem ovakve vrste tehnologija očituju se u lakšem planiranju rute, navođenju od točke utovara robe do točke istovara robe, upozorenjima o stanju na cestama kao što su nepredviđene situacije (npr . prometne nesreće, zastoji), upozorenja vezano za prometnu infrastrukturu (visine mostova, oštri zavoji..), mogućnosti pronalaska sigurnih parkinga, odmorišta, benzinskih crpki, pohrana podataka o putovanju i ostalo što bitno utječe na izvođenje aktivnosti vožnje i podizanja kvalitete isporuke tereta, kao i uštede vremena, goriva, te smanjenja emisija ispušnih plinova i negativnih utjecaja na okoliš.

Analiza poslovanja tvrtke Grom transporti vezano za administraciju komercijalnih vozila kao usluga ITS-a donosi zaključke da se implementacijom suvremene i inovativne tehnologije inteligentnih transportnih sustava u poslovanje može postići bolja kvaliteta izvršenja operativnih aktivnosti unutar poduzeća kao i evaluacija dosadašnjih administrativnih procesa. Rezultat navedenog ogleada se u vidu lakšeg planiranja poslovanja, optimizaciji ruta transporta, smanjenju troškova vezano za potrošnju goriva, praćenja i planiranja troškova, praćenja vozila i dostupnosti informacija o vozilu i teretu u stvarnom vremenu, elektroničkog plaćanja cestarina, elektroničke obrade podataka vezano za evidenciju rada vozača, lakše praćenje obveznih zakonskih regulativa, jednostavnije obrade birokratskih aktivnosti i ušteda vremena, te mnoge druge prednosti.

Kako bi tvrtke koje se bave pružanjem usluga na području transporta mogle opstati i biti konkurente na tržištu u današnje vrijeme primorene su koristiti ovakvu vrstu ITS tehnologija u domeni administracije voznog parka jer na taj način kroz uštedu vremena, sigurnost transporta i transparentnost poslovanja omogućuju krajnjem korisniku kvalitetu isporuke robe, a samim time osiguravaju i svoj položaj u transportnom lancu čiji su sudionik.

6. ZAKLJUČAK

Inteligentni transportni sustavi predstavljaju bitan čimbenik u procesu upravljanja transportnim lancima. Korištenjem tehnologija koje ITS pruža performanse u poslovanju unutar transportnih lanaca su unaprjeđene kroz povezivanje subjekata poslovanja, praćenje tereta, praćenje vozila, pružanje potrebnih informacija o teretu, vozilu, prometnoj infrastrukturi, stanju na cestama u stvarnom vremenu, povezivanju pružatelja usluga i krajnjih korisnika korištenjem informacijsko-komunikacijskih tehnologija i ostalo. Prednosti inteligentnih transportnih sustava naročito se očituju u promjenama poslovanja koje su vezne za pružatelje transportnih usluga, a koji su karika transportnog lanca. Analizom slučaja koji prikazuje na koji način administrativni procesi za komercijalna vozila kao usluga ITS-a unaprjeđuju funkcioniranje transportnog lanca vidljivo je da upravo korištenje ovakve vrste sustava olakšava poslovanje sudionicima transportnog lanca, te pritom omogućujući da se upravljanje istim odvija na lakši, učinkovitiji, transparentniji i kvalitetniji način. Informacijsko-komunikacijske usluge, uređaji za praćenje tereta, lokacijsko-navigacijske usluge, administrativne usluge, elektroničko plaćanje cestarine i druge ITS usluge u današnje vrijeme brzih promjena, veće količine zahtjeva od strane krajnjih korisnika, većeg broja sudionika u transportnom lancu doprinijele su tome da isti bude učinkovitiji, dostupniji, brži i kvalitetniji što je u konačnici vrlo bitno za optimizaciju troškova, smanjenje zagađenja okoliša i zadovoljstvo sudionika lanca i krajnjeg korisnika.

POPIS LITERATURE

1. Jolić N. LOGISTIKA I ITS. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2006.
2. Bošnjak I. Inteligentni transportni sustavi 1. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2006.
3. Ezgeta D. Inteligentni transportni sustavi. Sarajevo: Fakultet za saobraćaj i komunikacije; 2018.
4. <https://www.etsi.org/images/files/ETSITechnologyLeaflets/IntelligentTransportSystems.pdf> /(24.7.2021.)
5. <https://www.lvt-web.de/topstories/logistik-und-foerdertechnik/nachvollziehbare-logistik> /(12.8.2021.)
6. <https://www.docksthefuture.eu/rfid-technology-and-e-seal-facilitating-the-port-logistics-automation-and-cargo-tracking/> (14.8.2021.)
7. https://www.gtkp.com/assets/uploads/20100207-085521-879-20090729_144759_45188_TRS_IntelligentTransportSystems.pdf /(22.7.2021.)
8. Hlača B, Rudić D, Kolarić G. Učinkovitost globalnog transportnog sustava. U: Zbornik Veleri, Rijeka, 2015. Preuzeto sa: file:///C:/Users/jerkovi%C4%872/Downloads/zbornik_veleri_3_160_hr.pdf /(25.7.2021)
9. Guvenc, O. A Comprehensive View of Intelligent Transport Systems and Supply Chain Management for CIS Countries. DOI: 10.5220/0010472906110617 In Proceedings of the 7th International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems (VEHITS 2021), 611-617. Preuzeto sa: <https://www.scitepress.org/Papers/2021/104729/104729.pdf> /(26.7.2021.)
10. Adrian E. Coronado Mondragon, Chandra S. Lalwani, Etienne S. Coronado Mondragon, Christian E. Coronado Mondragon, Kulwant S. Pawar, Intelligent transport systems in multimodal logistics: A case of role and contribution through wireless vehicular networks in a sea port location, International Journal of Production Economics, Volume 137, Issue 1, 2012, 165-175. Preuzeto sa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527311004683/> (27.7.2021.)
11. <https://frame-online.eu/> (12.8.2021.)
12. https://www.its.dot.gov/research_archives/interoperability.htm /(30.7.2021.)

13. http://gcmipc.org/wp-content/uploads/pdf/LRTP_pdfs/ITSSum.pdf /(1.8.2021.)
14. Drop, N.; Garlińska, D. Evaluation of Intelligent Transport Systems Used in Urban Agglomerations and Intercity Roads by Professional Truck Drivers. Sustainability 2021, 13, 2935. Preuzeto sa: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/5/2935> /(4.8.2021)
15. Olga K, Intelligent transport system: the problem of definition and formation of classification system. National Aviation University, Ukraine, 2019; 33-43. Preuzeto sa:
https://www.researchgate.net/publication/337595626_INTELLIGENT_TRANSPORT_SYSTEM_THE_PROBLEM_OF_DEFINITION_AND_FORMATION_OF_CLASSIFICATION_SYSTEM /(6.8.2021.)
16. Mirzabeiki, Vahid. (2013). An overview of freight intelligent transportation systems. International Journal of Logistics Systems and Management. 14.2013, 473-489. Preuzeto sa:
https://www.researchgate.net/publication/262488138_An_overview_of_freight_intelligent_transportation_systems /(5.8.2021.)
17. Gerhard Schilk, Lukas Seemann, Use of ITS Technologies for Multimodal Transport Operations – River Information Services (RIS) Transport Logistics Services, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 48, 2012, Pages 622-631. Preuzeto sa:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812027760> /(8.8.2021.)
18. <http://intrasus.eu/intelligentni-teret/> (10.8.2021.)
19. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/intelligent-cargo-more-efficient-greener-logistics> /(12.8.2021.)
20. Bošnjak I. Razvoj inteligentnih transportnih sustava-ITS. U: Info trend, Zagreb, 2008. Preuzeto sa: <http://www.infotrend.hr/clanak/2008/6/razvoj-inteligentnih-transportnih-sustava-%E2%80%93-its,14,323.html> /(16.8.2021.)
21. <https://frame-online.eu/wp-content/uploads/2014/10/selection-tool-reference-manual.pdf> /(17.8.2021.)
22. <https://frame-online.eu/first-view/what-is-an-its-architecture> /(17.8.2021.)
23. <https://frame-online.eu/wp-content/uploads/2015/09/D15-FRAME-Architecture-Part-1-1.0.pdf> /(18.8.2021.)
24. https://ec.europa.eu/inea/sites/default/files/its_cefh2020_projects_2017.pdf /(18.8.2021.)
25. <https://local.iteris.com/arc-it/html/servicepackages/sp169.html#tab-5> /(19.8.2021.)
26. <https://rio.cloud/hr/marketplace/produkt/essentials> /(19.8.2021.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Područja primjene ITS tehnologija

Slika 2. Znanja i vještine koje se koriste u implementaciji ITS tehnologija

Slika 3. Prikaz pametne palate s RFID oznakom

Slika 4. Prikaz kontejnera sa RFID oznakom

Slika 5. Prikaz korištenja ITS tehnologija u transportnom lancu

Slika 6. Razvoj ITS-a u razvijenim zemljama i zemljama u razvoju

Slika 7. Prikaz područja integracije FRAME arhitekture

Slika 8. Prikaz teritorija koji obuhvaća projekt Ursa Major 2

Slika 9. Prikaz teritorija kojeg obuhvaća projekt Crocodile 2

Slika 10. Prikaz teritorija kojeg obuhvaća projekt Arc Atlantique corridor phase 2

Slika 11. Prikaz teritorija kojeg obuhvaća projekt Solred C-ITS Monitoring Network

Slika 12. Izvještaj s digitalnog tahografa

Slika 13. Objašnjenje izvještaja s digitalnog tahografa

POPIS TABLICA

Tablica 1. Glavne ITS usluge u transportnim lancima

POPIS KRATICA

ITS	Inteligentni transportni sustavi
WIM	(Weight in motion) vaganje u pokretu
RFID	(Radio Frequency Identification)
LAN	(Local area Network) lokalna računalna mreža
GPS	(Global Positioning Satellite System) globalni satelitski sustav pozicioniranja
WSN	(Wireless Sensor Network) mreže bežičnih senzora
FSU	(Freight Supervision Unit) jedinice za praćenje tereta
DSRC	(Dedicated Short Range Communication) radijski sustavi kratkog dometa
LBS	(Location Based Service) lokacijski zasnovane usluge
DLD	daljinski prijenos podataka
C-ITS	(Cooperative ITS) kooperativni inteligentni transportni sustavi
CEF	(Connecting Europe Facility) Europski fond za financiranje prekograničnih projekata u prometnoj, informatičkoj i energetskej infrastrukturi

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je Diplomski rad
(vrsta rada)

isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da 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/diplomskog rada pod naslovom Inteligentni transportni sustavi u funkciji unapređenja transportnih lanaca, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, 19.04.2022.

Student/ica:
Benjamin Iva
(ime i prezime, potpis)