

Modeliranje sustava e-Poziva s integriranim novim svojstvima i primjenama

Kontek, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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:119:124430>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Ivan Kontek

MODELIRANJE SUSTAVA E-POZIVA S INTEGRIRANIM
NOVIM SVOJSTVIMA I PRIMJENAMA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**MODELIRANJE SUSTAVA E-POZIVA S INTEGRIRANIM
NOVIM SVOJSTVIMA I PRIMJENAMA**

**MODELLING OF ECALL SYSTEM WITH INTEGRATION
OF NEW FEATURES AND APPLICATIONS**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Štefica Mrvelj

Student: Ivan Kontek

JMBAG: 0135208175

Zagreb, rujan 2016.

Sažetak

Ivan Kontek

Modeliranje sustava e-Poziva s integriranim novim svojstvima i primjenama

S obzirom na veliki broj prometnih nesreća koje uzrokuju ozbiljne ozljede sudionicima, pa čak i smrtne posljedice, Europska unija zatražila je razvoj paneuropskog sustava e-Poziv. Navedeni sustav ima temeljnu funkcionalnost ručne ili automatske aktivacije žurnog poziva iz vozila, čiji je cilj smanjiti vrijeme potrebno za reakciju adekvatnih žurnih službi.

U ovom radu analiziran je trenutno razvijani sustav e-Poziva, odnosno njegove komponente i procesi. Analizirani su podaci koje će sustav prikupljati, te proces njihovog prijenosa do centra za zaštitu i spašavanje.

Na temelju analize procesa standardnog očevida prometne nesreće definiran je dodatni skup podataka čijim bi prikupljanjem sustav dobio nova svojstva i primjene. Dodatni podaci omogućili bi utvrđivanje činjeničnog stanja na prometnici u svim fazama prometne nesreće. Također, analizirane su dodatne komponente potrebne za prikupljanje tih podataka, a na temelju njih predložena je proširena arhitektura i procesi sustava e-Poziva.

Za prikazivanje statičkih i dinamičkih struktura sustava korišteni su odgovarajući UML (*Unified Modelling Language*) dijagrami koji omogućuju analizu i dizajniranje sustava.

Ključne riječi: e-Poziv, prometna nesreća, prikupljanje podataka, UML modeliranje, žurni poziv

Summary

Ivan Kontek

Modelling of eCall System with Integration of New Features and Applications

Given the large number of traffic accidents that cause serious injury to the participants, and even fatal consequences, the European Union requested the development of a pan-European system named eCall. This system has the basic functionality of manual or automatic activation of an emergency call from the vehicle, which aims to reduce the time required for the reaction of appropriate emergency services.

This paper analyses eCall system, which is currently being developed, its components and processes. Required minimum set of data is analysed, alongside with its transmission to most appropriate public safety answering point.

Based on an analysis of standard investigation procedures of a traffic accident, additional data set is defined. Additional data set would enable new features and applications to the system, like possible determination of facts related to different stages of traffic accidents. Additional components required for collecting this information are also analyzed. Based on proposed components, expanded architecture and processes of eCall system is presented.

For presentation of static and dynamic structures of the system, Unified Modelling Language (UML) is used, i.e. respective UML diagrams. The diagrams enable the analysis and design of the system.

Keywords: eCall, traffic accident, data collection, UML modelling, emergency call

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. e-Poziv sustav.....	3
2.1. Zahtjevi spram sustava e-Poziva.....	3
2.2. Dostupnost e-Poziv usluge.....	4
2.3. Dionici sustava.....	5
2.4. Minimalni skup podataka.....	7
2.4.1. Identifikacija vozila.....	8
2.4.2. Određivanje pozicije	8
2.5. Pristupna tehnologija	9
3. Arhitektura sustava.....	11
3.1. Podsustav vozila.....	11
3.2. Podsustav telekomunikacijske mreže.....	13
3.3. Podsustav centra za zaštitu i spašavanje	15
4. Analiza procesa u sustavu e-Poziva	18
4.1. Aktivacija.....	19
4.2. Prijenos minimalnog skupa podataka	20
4.3. Interakcija komponenti sustava.....	23
4.4. Opis aktivnosti u sustavu	26
4.5. Pristup dodatnom sadržaju	28
5. Mogućnosti proširenja sustava	29
5.1. Ulazni parametri.....	29
5.2. Dodatne komponente sustava.....	31
5.2.1. Elektronički uređaji i senzori u vozilu.....	31
5.2.2. Centar za upravljanje prometom	34
5.3. Tehnološka nadogradnja e-Poziva	35
6. Analiza procesa proširenog sustava.....	37
6.1. Prikupljanje dodatnih podataka u vozilu.....	37
6.2. Prikupljanje dodatnih podataka iz eksternih izvora	38
7. Zaključak	42
Literatura	44
Popis kratica	46
Popis ilustracija	49

1. Uvod

S obzirom na veliki broj prometnih nesreća sa smrtnim posljedicama, Europska komisija je zatražila razvoj paneuropskog sustava e-Poziva. Navedeni sustav trebao bi omogućiti bržu reakciju odgovarajućih žurnih službi, a time umanjiti broj smrtno stradalih osoba. Temeljna funkcionalnost e-Poziva bit će automatsko ili ručno aktiviranje žurnog poziva iz vozila koji bi prilikom uspostave trebao centru za zaštitu i spašavanje proslijediti podatke o lokaciji i intenzitetu prometne nesreće. Sustav je još uvijek u razvoju te se trenutno obavljaju testiranja i pilot projekti implementacije.

Kako bi se pružila adekvatna pomoć, odnosno kako bi se alarmirale relevantne žurne službe, centar za zaštitu i spašavanje preko minimalnog skupa podataka, generiranog u vozilu, dobivat će informaciju o intenzitetu prometne nesreće i određene podatke o tipu i izgledu vozila. U ovom radu, provedena je analiza sustava e-Poziva, njegove arhitekture i procesa, te su definirani dodatni podaci koje trenutno razvijani sustav ne prikuplja, a omogućili bi lakše utvrđivanje činjeničnog stanja na prometnici prije, u trenutku i nakon nastupa prometne nesreće. Dodatni podaci osim što bi bili od pomoći žurnim službama, raznim agencijama poput osiguravajućih kuća, policijske uprave, sudovima i sl., mogli bi poslužiti prilikom utvrđivanja krivnje i prekršenih zakona.

Naslov diplomskog rada je „Modeliranje sustava e-Poziva s integriranim novim svojstvima i primjenama“. Materija diplomskog rada izložena je u sedam sljedećih poglavlja:

1. Uvod
2. e-Poziv sustav
3. Arhitektura sustava
4. Analiza procesa u sustavu e-Poziva
5. Mogućnosti proširenja sustava
6. Analiza procesa proširenog sustava
7. Zaključak

U drugom poglavlju objašnjeno je što je to e-Poziv sustav, koji su zahtjevi postavljeni pred njega, koja je pristupna tehnologija korištena i koji su dionici sustava. Također objašnjena je važnost dostupnosti e-Poziv usluge na području svih zemalja koje sudjeluju u ovome projektu. Prikazan je i format minimalnog skupa podataka koji se generira u vozilu prilikom nastupa nesreće, te je opisano kako se pristupa određenim podacima iz skupa i na temelju skupa.

U trećem poglavlju opisana je arhitektura sustava e-Poziva. Sustav je podijeljen na tri podsustava: podsustav vozila, podsustav telekomunikacijske mreže i podsustav centra za zaštitu i spašavanje. Prikazane su komponente i relacije svakog podsustava, te je opisana njihova funkcija i važnost za cjeloviti sustav.

U poglavlju „Analiza procesa u sustavu e-Poziva“ opisane su funkcionalnosti sustava. Opisan je proces aktivacije sustava te je analiziran prijenos podataka iz vozila prema centru za zaštitu i spašavanje. Također, prikazano je međudjelovanje komponenti sustava, te je opisan slijed aktivnosti u sustavu, kao i moguće izvedbe pristupa dodatnom sadržaju.

U petom poglavlju razmatra se moguće proširenje sustava. Analizira se standardni proces očevida prometne nesreće kako bi se utvrdili podaci potrebni za njezinu rekonstrukciju. Nakon što se definiraju dodatni podaci, analiziraju se tehnologije koje bi mogle upotpuniti postojeći sustav te omogućiti funkcionalnost utvrđivanja činjeničnog stanja na prometnici u svim fazama prometne nesreće. Također, provedena je analiza tehnološke nadogradnje sustava e-Poziva.

U šestom poglavlju, prikazan je prošireni sustav s dodatnim komponentama, te je analiziran proces međudjelovanja svih komponenti sustava s ciljem prikupljanja podataka potrebnih za analizu prometne nesreće.

2. e-Poziv sustav

e-Poziv (*emergency call, eCall*) sustav predstavlja skup svih komponenti uključenih u pružanje usluge e-Poziva. Usluga e-Poziva podrazumijeva s kraja na kraj telekomunikacijsku uslugu koja povezuje vozilo (vozača i/ili putnike) s najprikladnijim centrom za zaštitu i spašavanje (*Public Safety Answering Point, PSAP*). Navedeni sustav uključuje razne dionike koji imaju različite odgovornosti i zadatke koji se međusobno mogu preklapati.

e-Poziv označava termin za žurni poziv iniciran iz vozila automatski, odnosno na temelju podataka sa senzora, ili ručno od strane vozača i/ili putnika. Nakon što je aktiviran, e-Poziv pruža informaciju o nastupu nesreće i njenoj geografskoj lokaciji centru za zaštitu i spašavanje preko mreže za pokretne komunikacije. Mreža mobilnog mrežnog operatora prenosi iz vozila standardizirani minimalni skup podataka (*Minimum Set of Data, MSD*) koji označava da je došlo do prometne nesreće koja zahtjeva reakciju žurnih službi. Nakon prijenosa MSD uspostavlja se govorni kanal između vozila i operatora iz PSAP, [1]. Nakon što se uspostavi govorni kanal, operater u PSAP centru moći će čuti što se događa u vozilu i razgovarati s vozačem i/ili putnicima. Navedene funkcionalnosti omogućit će operateru da u kraćem vremenu, nego što je to trenutno moguće, pošalje na mjesto nesreće adekvatne žurne službe, [2].

2.1. Zahtjevi spram sustava e-Poziva

Prema [3] pred sustav e-Poziva postavljeni su sljedeći zahtjevi koje bi trebao ispunjavati:

- e-Poziv može biti aktiviran automatski (primjerice zbog sudara vozila) ili ručno od strane vozača i/ili putnika;
- Korisnička oprema u vozilu mora biti dizajnirana tako da prilikom uspostave poziva postavi indikator koji označava radi li se o ručnoj (*Manually Initiated eCall, MieC*) ili automatskoj aktivaciji (*Automatically Initiated eCall, AieC*);
- Minimalni skup podataka (MSD) poslan iz vozila ne smije biti veći od 140 byte-a;
- MSD bi trebao biti dostupan PSAP centru unutar 4 sekunde, mjereno od trenutka kada je uspostavljena komunikacija s kraja na kraj;
- U slučaju da MSD nije uspješno prenesen do PSAP, govorna komunikacija bi svejedno trebala biti uspostavljena;
- Za vrijeme prijenosa podataka (MSD) korisnici trebaju biti obaviješteni da je poziv u tijeku;

- Kako bi se skratilo vrijeme potrebno za uspostavu e-Poziva, korisnička oprema u vozilu treba dobivati informacije o dostupnosti mreže i onda kada nije registrirana na mrežu;
- Telekomunikacijski operatori bi trebali koristiti oznake (MIeC, AIeC) e-Poziva kako bi razlikovali e-Poziv od standardnih žurnih poziva;
- Navedene oznake bi trebale biti korištene za rutiranje e-Poziva kroz mrežu do odgovarajućeg PSAP centra;
- Na mjestima gdje mreža ne podržava oznake e-Poziva, vrijeme potrebno PSAP modemu da razlikuje e-Poziv od standardnog žurnog poziva, prije rutiranja poziva operateru, ne smije prijeći dvije sekunde od trenutka kada korisnička oprema u vozilu dobije obavijest da je PSAP primio poziv;
- PSAP treba dobiti oznaku da je pristigli poziv e-Poziv;
- PSAP mora imati mogućnost poslati potvrdu vozilu da je MSD obrađen;
- PSAP mora imati mogućnost zatražiti ponovni prijenos MSD-a;
- PSAP mora imati mogućnost zatražiti od vozila prekid e-Poziva.

Važno je napomenuti kako nije moguće ispuniti sve postavljene zahtjeve trenutnim tehnologijama u pojedinim mrežama i segmentima sustava, već se za određena rješenja morao pronaći kompromis, [4].

2.2. Dostupnost e-Poziv usluge

Kako bi e-Poziv usluga bila dostupna korisnicima, korisnička oprema u vozilu mora imati mogućnost pristupiti mreži dostupnog mobilnog mrežnog operatora na području cijele Europske unije. To znači da državne granice ili područja pokrivanja različitih mrežnih operatora ne smiju biti prepreka za uspostavu kontinuirane sesije e-Poziva. Korisnici trebaju biti „prepoznati“ i onda kada se nalaze u stranim državama.

S obzirom na prirodu usluge, korisnici e-Poziv usluge nisu pretplatnici, te njihov žurni poziv i prijenos podataka moraju biti besplatni. Žurni poziv treba biti prepoznat od strane mreže i mora imati visoku kvalitetu neovisno o tome od kojeg je operatora korisnička oprema u vozilu. Kontinuiranost sesije mora biti osigurana, što podrazumijeva prospajanje jedne ili više pristupne tehnologije između više različitih mrežnih operatora, [5].

2.3. Dionici sustava

Europska komisija prihvatila je nekoliko mjera kako bi osigurala implementaciju e-Poziva do 2017. godine. U samim počecima implementacija ovih mjera je bila prepuštena volji članica, međutim, s vremenom su postale regulatorni uvjeti. Navedene mjere govore o nadogradnji centra za zaštitu i spašavanje kako bi bili sposobni primiti i procesirati 112 e-Pozive, uključujući pozive pristigle iz bilo kojeg vozila registriranog u bilo kojoj državi članici Europske unije (EU). Cilj komisije je razvoj potpuno funkcionalnog e-Poziv sustava na području cijele EU, te s uključenim ostalim europskim zemljama poput Islanda, Norveške i Švicarske. Komisija također radi s Rusijom na stvarima vezanim uz interoperabilnost usluge žurnog poziva iniciranog iz vozila, s Ruskom inačicom slične usluge. Europski parlament također podržava inicijativu potpuno funkcionalnog e-Poziva do 2017. godine.

Standardizacijske organizacije CEN (*European Committee for Standardization*) i ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) uključene su u izradu standarda vezanih za e-Poziv. Obje organizacije službeno su prihvatile 2010. god. mandat koji je sadržavao minimalni skup standarda potrebnih za interoperabilnost. Također, mandat je sadržavao podjelu odgovornosti između ove dvije Europske standardizacijske organizacije. Navedene organizacije pokrenule su izradu standarda, od kojih je određen broj razvijen i objavljen kao europske norme ili tehničke specifikacije. Kako bi se koordinirale aktivnosti ove dvije organizacije, vezane uz e-Poziv, formirana je ITS (*Intelligent Transportation System*) koordinacijska grupa (*ITS - Coordination Group, ITS - CG*).

Udruga europskog broja za izvanredne situacije (*European Emergency Number Association, EENA*) posvećena je promociji visoko kvalitetne usluge žurnog poziva bazirane na zajedničkom broju 112 na području cijele EU. EENA služi kao platforma za raspravu o žurnim službama i uslugama, državnim vlastima, raznim donositeljima odluka, udrugama i pružateljima rješenja. Poanta ove platforme je pružanje žurnih usluga prilagođenih potrebama građana. Članstvo EENA-e uključuje 800 predstavnika žurnih službi iz 43 Europske države, 60 raznih pružatelja rješenja, 9 internacionalnih organizacija kao i 26 članova Europskog parlamenta.

Europska platforma za provedbu usluge e-Poziva (*The European eCall Implementation Platform, EeIP*) je koordinirajuće tijelo koje povezuje razne predstavnike tehnoloških organizacija s nacionalnim platformama. EeIP pruža podršku za provedbu usluge e-Poziva u Europskoj uniji i partnerskim zemljama. Cilj joj je voditi, koordinirati i nadgledati napredak

implementacije e-Poziv usluge kako bi se osiguralo harmonizirano puštanje u rad usluge u svim državama.

e-Sigurnost i e-Poziv *Driving Group* (DG) skupina je jedna od radnih skupina ustanovljenih od strane Europske komisije unutar foruma za e-Sigurnost. e-Sigurnost je inicijativa koja pokušava povećati sigurnost u cestovnom prometu korištenjem novih informacijsko komunikacijskih tehnologija. Sveukupni cilj inicijative je udruženim snagama razviti Europsku strategiju za istraživanje i razvoj u području pametnih integriranih sigurnosnih sustava (*Intelligent Integrated Safety Systems*). Aktivnosti ove radne skupine završene su 2006. godine.

Nadalje, dionici sustava e-Poziva su također državna tijela svih država članica projekta koja su relevantna u kontekstu e-Poziva, a to uključuje razna ministarstva i agencije poput centra za zaštitu i spašavanje, žurnih službi i sl.

Mobilni mrežni operatori (*Mobile Network Operators, MNO*) su odgovorni za prijenos govora i MSD do PSAP centra jednakim prioritetom kao i standardne 112 žurne pozive. MNO moraju unaprijediti svoj sustav kako bi uspješno rutirali e-Poziv kroz svoju mrežu.

Proizvođači vozila moraju opremiti vozila sa standardiziranim e-Poziv sustavom u vozilu (*In-Vehicle Systems, IVS*). Obavezani su pronaći e-Poziv proizvode visokih performansi i pouzdanosti za vrijeme čitavog životnog vijeka vozila ili pronaći način nadogradnje IVS-a u svojim vozilima.

Proizvođači uređaja i sustava u vozilu (IVS) moraju napraviti visoko kvalitetne proizvode koji zadovoljavaju sve propisane standarde. Ako je to moguće, moraju testirati svoj proizvod u nacionalnom ili paneuropskom testu prije nego što uređaj dobije potvrdu za pružanje e-Poziv usluge.

Zatim, razni pružatelji usluga i održavanja, čije funkcionalnosti su usluge usko vezane uz e-Poziv koje podrazumijevaju razvoj *software*-a, uređaja, konzultacije raznim donositeljima odluka i sl.

Razne certifikacijske organizacije su također dionici sustava, zato što prije spomenuti uređaji, poput e-Poziv IVS-a, moraju dobiti certifikat prije nego stignu na tržište. Certifikacijska tijela mogu biti nacionalna i internacionalna.

e-Poziv sustav ovisan je o preciznom pozicioniranju. Za precizno pozicioniranje i lociranje vozila zaduženi su globalni navigacijski satelitski sustavi (*Global Navigation*

Satellite System, GNSS). Informacija o lokaciji vozila, u PSAP centru je prikazana na digitalnoj karti. Rad e-Poziv sustava mora biti baziran na preciznim i ažurnim kartama za koje su zaduženi pružatelji usluga digitaliziranih karata, [6].

2.4. Minimalni skup podataka

Minimalni skup podataka (MSD) je standardizirani skup podataka koji se odnose na prometnu nesreću. MSD je generiran u vozilu i poslan preko telekomunikacijske mreže prema najprikladnijem PSAP centru. Zahtjevi prema MSD su postavljeni od strane DG radne skupine e-Poziva, a bazirani su na informacijama prijeko potrebnim centru za zaštitu i spašavanje kako bi ubrzali reakciju adekvatne žurne službe. Definirani format minimalnog skupa podataka prikazan je u tablici 1.

Tablica 1. Format minimalnog skupa podataka

Naziv	Količina (byte)	Tip podatka	Potvrda	Opis
Kontrola	1	<i>Integer</i>	Ne	Bit7: automatska aktivacija Bit6: ručna aktivacija Bit5: testni poziv Bit4: upitna preciznost pozicije Bit3-Bit0: dodatno
Identifikacija vozila	20	<i>String</i>	Broj koji se sastoji od 17 znakova, bez slova I, O i Q	VIN broj prema ISO 3779
Vremenska oznaka	4	<i>Integer</i>	Vrijednost ≥ 0	UTC sekunde
Lokacija	4	<i>Integer</i>	$-324000000 \leq \text{vrijednost} \leq 324000000$	Geografska zemljopisna širina (WGS-84) u milisekundama
	4	<i>Integer</i>	$-648000000 \leq \text{vrijednost} \leq 648000000$	Geografska zemljopisna dužina (WGS-84) u milisekundama
	1	<i>Byte</i>	$0 \leq \text{vrijednost} \leq 255$	Smjer u stupnjevima, najbliži cijeli broj u $360.0 * \text{vrijednost} / 255.0$
Pružatelj usluge	4	<i>Byte</i>	IPv4 format ili prazno polje	IP adresa pružatelja usluge ili prazno polje
Opcionalni podaci	102	<i>String</i>	Ne	Dodatni podaci ili prazno polje
Ukupno:	140			

Izvor: [7]

Podaci dobiveni iz minimalnog skupa podataka odgovaraju na pitanja: kada se dogodila nesreća, gdje se dogodila nesreća, tko je nastradao (odnosno vozilo koje je nastradalo), gdje dobiti dodatne informacije, te kako proslijediti pristigli skup podataka.

Minimalni skup podataka omogućava operaterima iz PSAP centra reakciju na žurni poziv i u onim trenucima kada se ne može uspostaviti komunikacija između unesrećenih i operatera, [8].

2.4.1. Identifikacija vozila

Za identifikaciju vozila preko MSD-a koristi se VIN (*Vehicle Identification Number*). Uloga VIN-a je pružanje informacije žurnim službama o modelu, boji i sličnim atributima unesrećenog vozila. Ove informacije su iznimno bitne žurnim službama kako bi mogle isplanirati svoje djelovanje i locirati ispravno vozilo, te također, kako bi mogli razlikovati dva različita poziva s iste lokacije. VIN se sastoji od alfanumeričkih znakova dodijeljenih svakom vozilu od strane proizvođača kako bi se mogli jednoznačno identificirati. Prema regulativi Europske komisije, VIN oznaku mora posjedovati svako vozilo koje je izašlo iz proizvodnje, te ga se preko navedenog broja treba moći pratiti 30 godina.

Minimalni skup podataka generiran u vozilu sadrži samo VIN broj koji se nakon što se dekodira u PSAP centru, kao parametar upita šalje bazi podataka koja sadrži već spomenute dodatne informacije o vozilu. U navedenoj bazi se na temelju pristiglog VIN broja pronalaze dodatni atributi o vozilu povezani s tim brojem. Dodatni atributi o vozilu šalju se kao odgovor PSAP centru kako bi operater dobio dodatne informacije o vozilu, [6].

2.4.2. Određivanje pozicije

Za određivanje pozicije vozila u sustavu e-Poziva koristit će se globalni satelitski navigacijski sustavi (GNSS) NAVSTAR GPS (*Global Positioning System*), GLONASS (*GLObal'naya NAVigatsionnaya Sputnikovaya Sistema*) i Galileo.

Američki GPS prvi je potpuno funkcionalni globalni navigacijski satelitski sustav. Ministarstvo obrane SAD-a (Sjedinjene Američke Države) je lansiralo prvi satelit 70-ih godina prošlog stoljeća, te je sustav do 1983. godine bio namijenjen isključivo za vojnu upotrebu. Međutim, tada je odlučeno da se omogući dostupnost sustava i za civilne svrhe. Svemirski segment se sastoji od 24 satelita (3 rezervna) koji su smješteni u 6 orbitalnih ravnina pod inklinacijom od 55 stupnjeva. Vrijeme ophodnje pojedinog satelita iznosi

približno 12 sati, što omogućava prijemniku da iz bilo koje točke na Zemlji vidi barem 6 satelita.

Potpuna operativnost sustava GPS postignuta je 1995. godine, a modernizacija svemirskog i kontrolnog segmenta započela je 2000. godine. Posljednja generacija GPS satelita emitira dodatni civilni signal nazvan L2C koji omogućava veću preciznost prilikom određivanja pozicije.

GLONASS je Ruski globalni satelitski navigacijski sustav projektiran 70-ih godina prošlog stoljeća od strane tadašnjeg Sovjetskog Saveza u vojne svrhe. Sustav je proglašen funkcionalnim 1993. godine, međutim nije pružao zadovoljavajuće rezultate pa je Rusija 2011. odlučila potpuno razviti sustav. Danas je sustav kompletiran te ga čini 31 satelit od čega su 24 potpuno operativna, te su raspoređeni u tri orbitalne ravnine po 8 satelita uz inklinaciju od 64,8 stupnjeva.

Galileo je Europski globalni satelitski navigacijski sustav čiji je projekt započet 1999. godine kao zajednički program Francuske, Njemačke, Ujedinjenog Kraljevstva i Italije. Sustav bi trebao pružati veliku preciznost za civilnu upotrebu (otprilike 1 metar). Kompletirani svemirski segment bi trebao imati 27 operativna i 3 rezervna satelita smještena u 3 orbitalne ravnine pod inklinacijom od 56 stupnjeva. Od 2004. EU i SAD zajedno rade na interoperabilnosti sustava Galileo i GPS, [9, 10].

Prema Europskoj regulativi iz 2014. godine, sustav e-Poziva treba koristiti Galileo satelitski sustav i satelitski augmentacijski sustav EGNOS¹ (*European Geostationary Navigation Overlay Service*). Proizvođačima opreme je dozvoljeno da omoguće korištenje dodatnih satelitskih sustava kao i dodatnih navigacijskih sustava poput inercijskih navigacijskih sustava, [2].

2.5. Pristupna tehnologija

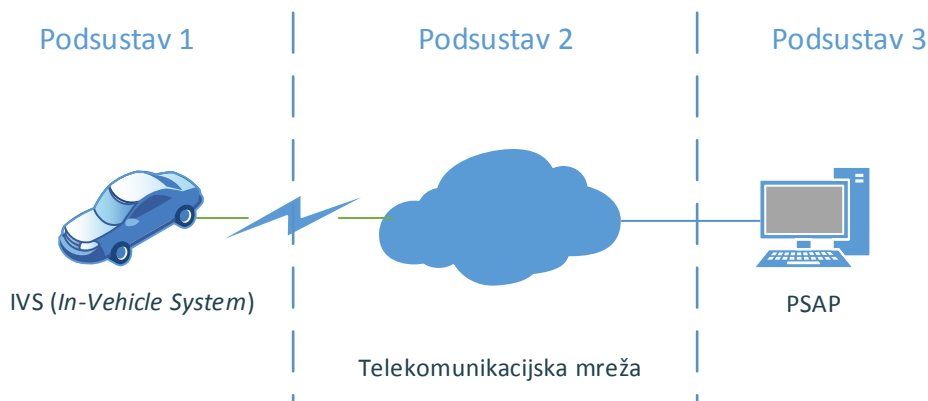
Trenutno razvijani sustav e-Poziva za pristup mreži koristi GSM (*Global System for Mobile Communications*) tehnologiju s komutacijom kanala. GSM je globalni sustav pokretnih komunikacija s višestrukim pristupom u vremenskoj podjeli. Višestruki pristup riješen je tako da se na svakoj prijenosnoj frekvenciji izvodi 8 vremenskih kanala. S obzirom na to da je GSM namijenjen govornoj komunikaciji s komutacijom kanala, prijenos podataka

¹ EGNOS je Europski satelitski augmentacijski sustav koji pruža uslugu poboljšane preciznosti odašiljanjem korekcijskih podataka na području Europe, [10].

moć je poprilično malim brzinama, do 9,6 kbit/s. Određenim preinakama, poput drugačijeg kodiranja, moguće je povećanje brzine na 14,4 kbit/s po kanalu, [11].

3. Arhitektura sustava

Arhitektura sustava e-Poziva može se raščlaniti na tri glavna podsustava na način prikazan slikom 1. Prikazani međusobno povezani podsustavi su: podsustav vozila (IVS), podsustav telekomunikacijske mreže i podsustav centra za zaštitu i spašavanje (PSAP).



Slika 1. Dijelovi sustava e-Poziva

Izvor: [1]

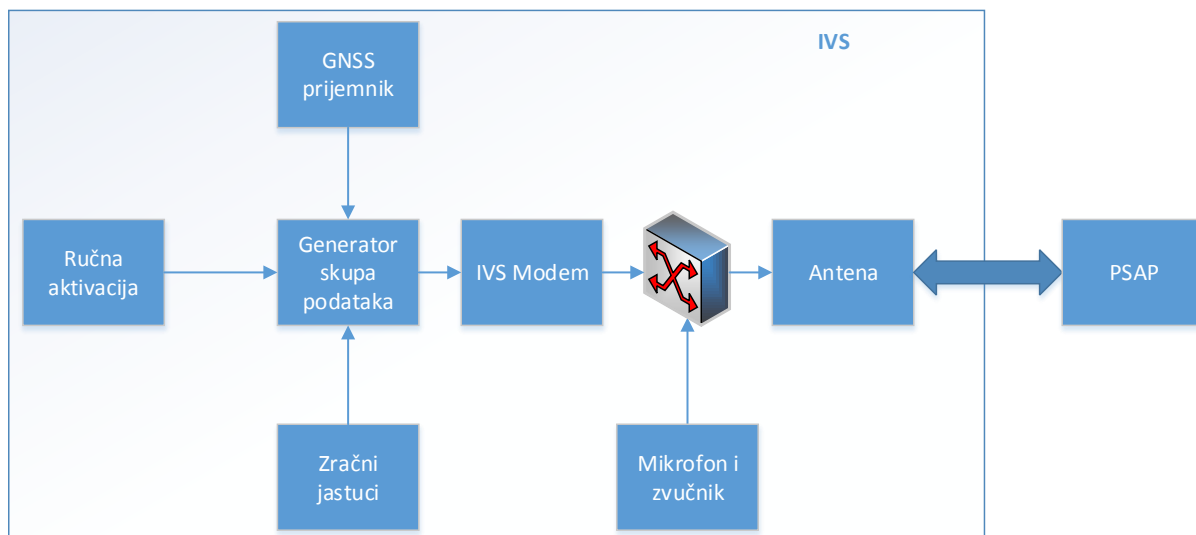
Svaki od navedenih podsustava ima svoje temeljne funkcionalne zadaće, tako primjerice podsustav vozila ima za zadaću kreirati MSD poruku prilikom nastupa nesreće te automatski ili ručno zatražiti uspostavu veze s telekomunikacijskom mrežom. Funkcija telekomunikacijske mreže, je primiti e-Poziv, dodijeliti mu prioritet žurnog poziva i proslijediti ga do najprikladnijeg centra za zaštitu i spašavanje. Centar za zaštitu i spašavanje nakon što primi e-Poziv treba uspostaviti glasovnu komunikaciju s unesrećenim osobama ako je to moguće i primiti MSD podatke. Nakon što agent u PSAP centru dobije adekvatne informacije o nesreći dužan je obavijestiti potrebne žurne službe kako bi se što prije pružila potrebna pomoć unesrećenima.

3.1. Podsustav vozila

Prema [6] podsustav vozila treba sadržavati nekoliko standardnih modula. Funkcionalni zahtjevi IVS sustava su:

- Posjedovanje pristupnog mrežnog uređaja (*Network Access Device, NAD*) poput GSM i 3G modula;
- IVS treba detektirati kada je e-Poziv bio iniciran;
- U slučaju nesreće, sustav e-Poziva treba samostalno donijeti odluku treba li se aktivirati e-Poziv;

- Sustav mora imati mogućnost ručne aktivacije;
- Prilikom pokretanja e-Poziva, sustav treba pokušati poslati MSD bilo kojem dostupnom mobilnom mrežnom operatoru;
- Sustav e-Poziva treba pokušati uspostaviti glasovnu komunikaciju između vozila i unaprijed definiranog PSAP centra;
- Nakon nastupa nesreće (prevrtanja vozila i sl.) antene sustava moraju biti zaštićene te ne bi smjelo doći do puknuća koaksijalnog kabela koji povezuje antenu sa sustavom u vozilu. Kao redundantno rješenje, sustav bi trebao imati unutarnje i vanjske antene;
- Sustav ne smije utjecati na vizualni dizajn vozila;
- Sustav treba biti robustan i osiguran od mogućih oštećenja prilikom nesreće;
- Sustav može biti modularan ili integriran ovisno o proizvođaču vozila.



Slika 2. Komponente IVS podsustava

Izvor: [1]

Prema navedenim funkcionalnim zahtjevima naspram sustava e-Poziva, dobivene su komponente IVS-a. Komponente IVS podsustava prikazane su na slici 2, a prema [1] to su:

- GNSS prijemnik – sustav koji prima signale satelita na temelju kojih određuje vlastitu poziciju (standardno svakih 2 sekunde);
- Generator skupa podataka – generira MSD na temelju prikupljenih podataka sa senzora vozila (zračni jastuci i sl.) i GNSS prijemnika;
- IVS Modem – uređaj zadužen za generiranje e-Poziva posredstvom SIM (*Subscriber Identity Module*) kartice;

- Mikrofon i zvučnik – mikrofoni i zvučnici instalirani u vozilu koji omogućuju govornu komunikaciju između vozača i/ili putnika u vozilu i operatora iz centra za zaštitu i spašavanje;
- Zračni jastuci – posjeduju akcelerometre na temelju kojih se detektira promjena u brzini, prilikom nagle promjene u brzini automatski se aktivira e-Poziv;
- Ručna aktivacija – tipka u kabini vozila kojom vozač i/ili putnik ručno inicira e-Poziv;
- Antena – GSM modul s antenom za uspostavu komunikacije između vozila i mreže mobilnog mrežnog operatora.

3.2. Podsustav telekomunikacijske mreže

Kao najvažniji dionici ovog podsustava postavljaju se mobilni mrežni operatori. Pred mobilne telekomunikacijske mrežne operatore postavljen je uvjet da poslužuju e-Poziv kao svaki drugi TS12² (*Teleservice 12*) žurni poziv. TS12 žurni poziv uključuje informacije o lokaciji pozivatelja, identifikaciji pozivatelja, te bi za e-Poziv trebao uključiti i e-Poziv oznaku (*eCall flag*) na temelju koje žurni poziv dobiva prioritet i pouzdanost prilikom prijenosa preko jezgrene mreže. Odgovornost za procesiranje e-Poziva i njegovo rutiranje do odgovarajućeg PSAP uvijek leži u mreži onog operatora koji je zaprimio poziv od vozila. Prvi korak koji operatori moraju napraviti je implementacija e-Poziv oznaka u njihove MSC (*Mobile Switching Centre*) i uskladiti ih s propisima iz njihove zemlje. Drugi korak postavljen pred operatore je da u kooperaciji s proizvođačima vozila usklade e-Poziv uslugu s legislativom određene zemlje u slučaju njenog potencijalnog korištenja u bilo kakve komercijalne svrhe.

Zahtjevi za nadogradnju GSM mreže mobilnih mrežnih operatora, kako bi uspješno transportirali e-Poziv, su postavljeni za: uspostavu e-Poziva, postavljanje prioriteta, oznaku e-Poziva, rutiranje i dobivanje informacije o poziciji vozila. Kako bi se inicirao e-Poziv, IVS aktivacijska funkcija treba zatražiti NAD da uspostavi poziv s mrežom uz zahtjev za TS12 tele-uslugom. Prioritet e-Poziva postavlja se neovisno o tome je li e-Poziv aktiviran ručno ili automatski, tj. u svakom slučaju mreža mora dodijeliti e-Pozivu najviši prioritet.

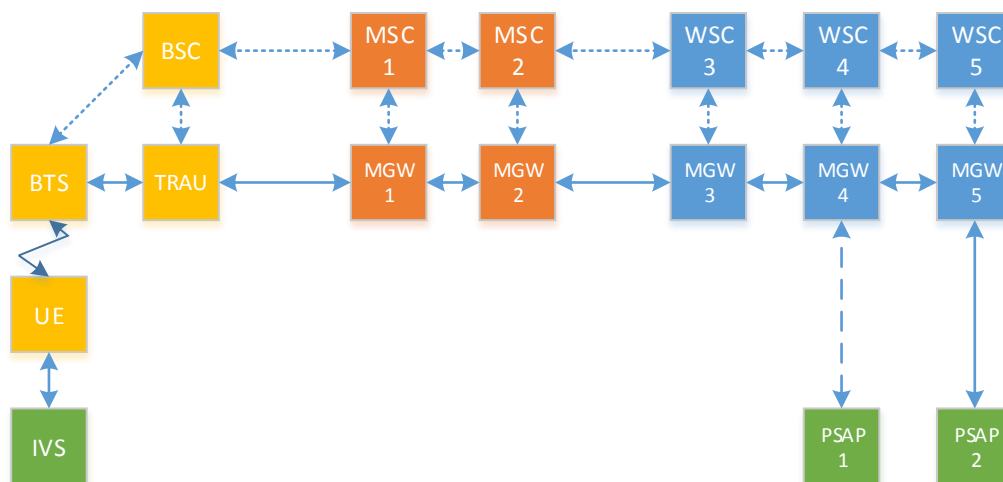
Što se tiče oznake e-Poziva, u inicijacijskoj poruci za uspostavu poziva IVS NAD treba dodati dodatan informacijski element koji bi omogućio MSC-u da napravi razliku između

² TS12 predstavlja oznaku za tele-uslugu žurnog poziva definiranog prema 3GPP-u (*3rd Generation Partnership Project*), [12].

običnog TS12 žurnog poziva i e-Poziv usluge. Također, MSC bi trebao dobiti informaciju radi li se o ručnoj ili automatskoj aktivaciji e-Poziva. Navedena oznaka se može koristiti za rutiranje e-Poziva do definiranog PSAP centra.

U trenutku kada mreža primi zahtjev za TS12 žurni poziv, MSC treba rutirati e-Poziv prema najprikladnijem PSAP. Na temelju oznake, MSC treba razlučiti koji PSAP je sposoban primiti e-Poziv, odnosno mrežni operator treba e-Poziv i obične 112 pozive rutirati na različite linije. U slučaju da isti PSAP obrađuje e-Pozive i obične 112 pozive, mrežni operator treba osigurati da se e-Pozivi rutiraju uvijek na predodređena sučelja.

Mobilni mrežni operatori su također dužni pružiti informaciju o poziciji vozila (ćelija iz koje je upućen poziv) koje je iniciralo žurni poziv, [6].



Slika 3. Moguća arhitektura telekomunikacijske mreže za e-Poziv s komutacijom kanala

Izvor: [4]

Moguća arhitektura podsustava telekomunikacijske mreže prikazana je na slici 3, gdje su pojedini elementi prema [4]:

- UE (*User Equipment*) – korisnička oprema u vozilu korištena za bežično povezivanje s mrežom;
- BTS (*Base Transceiver Station*) – primopredajna bazna stanica koja posjeduje antenske sustave za bežično povezivanje UE s mrežom;
- BSC (*Base Station Controller*) – kontrolna bazna stanica, upravlja s više BTS-ova te ih povezuje s MSC-om;

- TRAU (*Transcoder and Rate Adaptation Unit*) – adaptivna jedinica za generiranje koda koja obavlja kodiranje/dekodiranje govora i prilagodbu sinkronizacije za prijenos podataka;
- MSC – pokretni komutacijski centar, on povezuje BSC-ove s drugim mrežama;
- MGW (*Media Gateway*) – medijski prilaz, radi prilagodbu medija za prijenos prema drugim raznorodnim mrežama;
- WSC (*Wireline Switching Center*) – žični komutacijski centar.

Najveća degradacija kvalitete signala događa se na radio vezi između vozila (UE) i BTS-a. Manje degradacije prijenosa također se događaju prilikom kodiranja/dekodiranja, odnosno prilagodbe medija za prijenos između raznorodnih mreža.

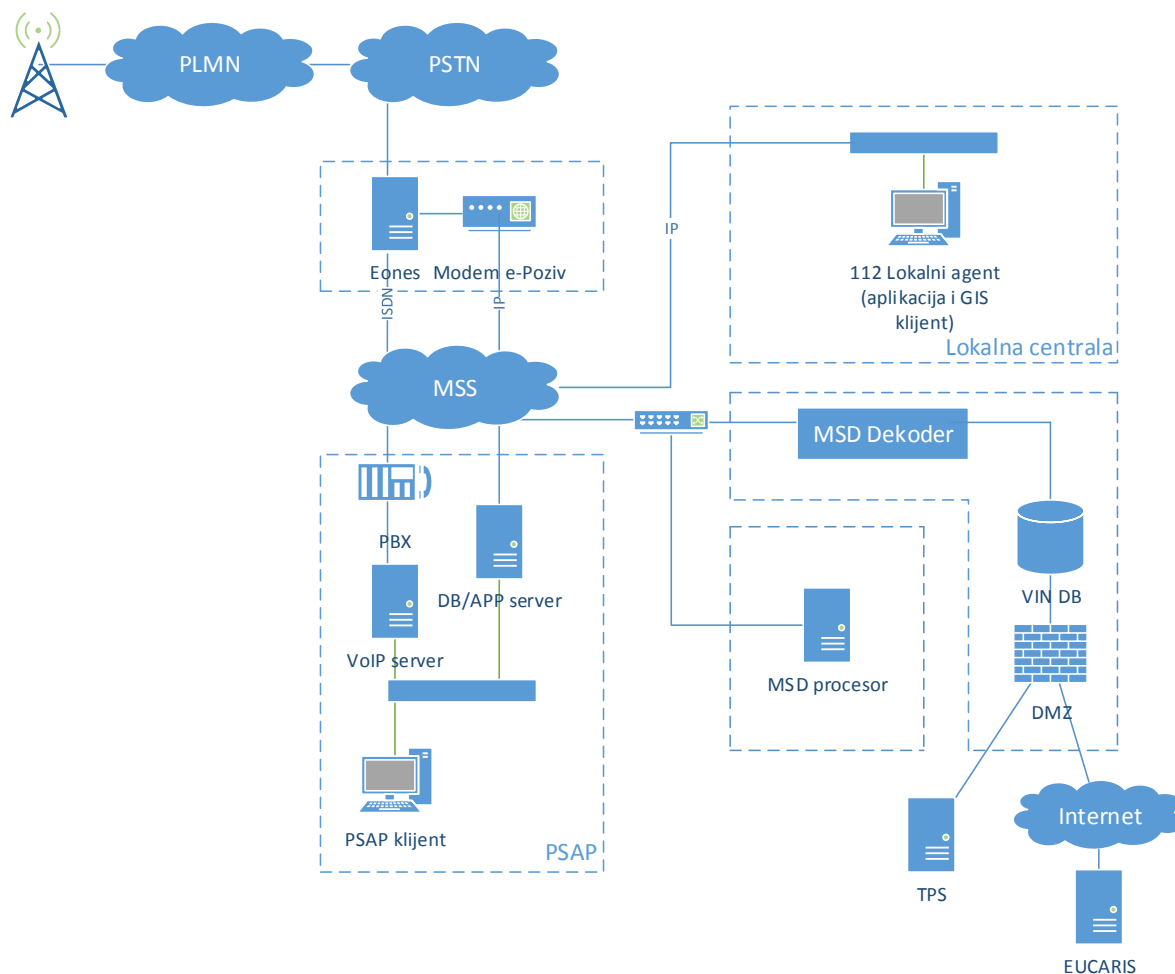
Također, treba primijetiti kako nije nužno međusobno povezati PSAP 1 i PSAP 2 direktnom poveznicom, zato što se relevantni podaci od jednog do drugog PSAP centra mogu dohvatiti preko mreže pomoću raznih *pull* protokola, [4, 11].

3.3. Podsustav centra za zaštitu i spašavanje

Jednako kao i kod spomenuta dva podsustava (vozila i telekomunikacijske mreže), arhitektura podsustava centra za zaštitu i spašavanje u svakoj partnerskoj zemlji na projektu e-Poziva može biti realizirana na drugačiji način ovisno o uređenju postojećeg sustava. Međutim, minimalne funkcionalnosti e-Poziva moraju biti jednake te se moraju koristiti jednake tehnologije to jest standardi.

Nakon što se odluči arhitektura PSAP centara, vlasti u državi članici moraju dati jasne planove mrežnim operatorima kako bi oni mogli prikladno rutirati e-Pozive prema centru/centrima za zaštitu i spašavanje. Svaki PSAP centar koji je određen za primanje e-Poziva mora odraditi određene tehničke prilagodbe, poput: implementacije modema koji će imati mogućnost raspakirati MSD, instalacije definiranog *software*-a i sl. Također, centri za zaštitu i spašavanje morat će prilagoditi procese upravljanja e-Pozivom, dizajnirati trening PSAP operatera i dizajnirati metode za rutiranje e-Poziva i podataka do lokalnih PSAP, [6].

Na slici 4 prikazana je jedna od mogućih izvedbi arhitekture centra za zaštitu i spašavanje. (arhitektura na slici također sadrži dijelove podsustava telekomunikacijske mreže).



Slika 4. Arhitektura centra za zaštitu i spašavanje

Izvor: [1]

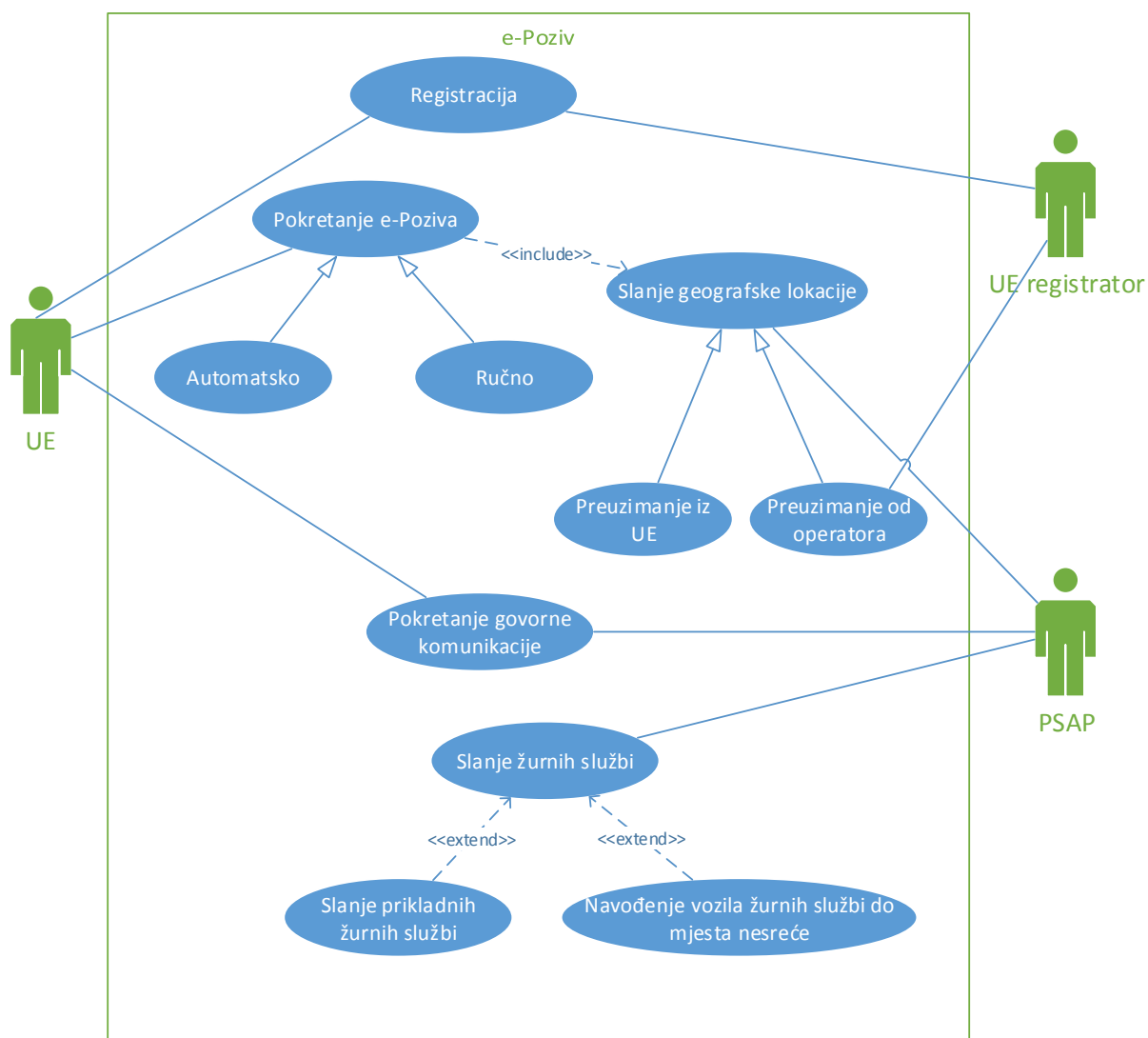
Komponente prikazane na slici 4 prema [1] su sljedeće:

- PLMN (*Public Land Mobile Network*)/PSTN (*Public Switched Telephone Network*) – mobilni i fiksni mrežni operatori koji omogućavaju prijenos e-Poziva.
- Eones – e-Poziv identifikacijska oprema, svoj rad temelji na e-Poziv oznaci pomoću koje definira radi li se o e-Pozivu ili standardnom 112 pozivu, rutira e-Poziv na određeno sučelje;
- Modem – radi ekstrakciju MSD-a iz e-Poziva;
- MSS (*Multiprotocol Switched Services*) – uređaj koji obavlja komutaciju višeprotokolarnih usluga;
- MSD Dekoder – dekodira podatke iz MSD-a;
- MSD Procesor – procesira/obrađuje podatke iz MSD-a;

- VIN DB (*Vehicle Identification Number database*) – baza podataka koja sadrži identifikacijske informacije o vozilima;
- EUCARIS (*European CAR and driving license Information System*) – baza podataka koja sadrži dodatne podatke o vozilima, a pristupa joj se na temelju VIN informacija preko DMZ (*DeMilitarized Zone*) sigurne veze;
- TPS (*Third Party Service provider*) – poslužitelj na koji se prenose e-Poziv podaci kako bi im pristupili ostali potencijalni dionici sustava poput osiguravajućih kuća i sl.;
- PBX (*Private Branch Exchange*) – privatna telefonska centrala, povezuje klijentska računala PSAP centra s PSTN/ISDN (*Integrated Services Digital Network*) mrežom;
- VoIP (*Voice over Internet Protocol*) server – prilagođava primljeni poziv za prijenos preko Internet protokola;
- DB/APP server – poslužitelj na kojem se nalazi baza podataka i aplikacija;
- Lokalna centrala – 112 žurne službe na lokalnoj razini (vatrogasci, hitna služba, policija i sl.).

4. Analiza procesa u sustavu e-Poziva

Temeljne funkcionalnosti sustava e-Poziv prikazane su na dijagramu 1. Dijagram prikazuje operacije koje mogu izvršiti sudionici u procesu e-Poziva. Primarna funkcionalnost sustava je registracija korisničke opreme (UE), odnosno vozila na mrežu, zato što je to preduvjet za uspostavu e-Poziva. Preko korisničke opreme, vozač/putnici imaju mogućnost ručno aktivirati uspostavu e-poziva pritiskom na gumb u kabini vozila. Osim ručne aktivacije, inicijacija poziva može se odraditi automatski na temelju prikupljenih podataka sa senzora.



Dijagram 1. Funkcionalnosti sustava e-Poziv

Izvor: [5]

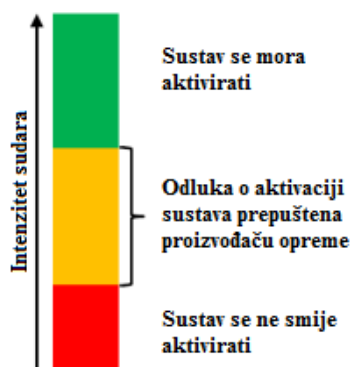
Inicijacija e-Poziva uključuje slanje geografske lokacije centru za zaštitu i spašavanje. Do informacija o geografskoj lokaciji UE, PSAP može doći preko MSD poruke generirane u vozilu i/ili preko podatka iz koje ćelije je upućen e-Poziv, a posjeduje ju mobilni mrežni

operator. Također, UE osim slanja podataka, posjeduje funkcionalnost uspostave glasovne komunikacije sa PSAP centrom. Nakon što PSAP centar dobije sve potrebne informacije, prema potrebama šalje prikladne žurne službe te ih, ako je to moguće, navodi prema mjestu nesreće, [5].

4.1. Aktivacija

Osnovna funkcionalnost sustava e-Poziva je da prilikom nastupa prometne nesreće sustav automatski detektira udar i aktivira e-Poziv. Automatska aktivacija sudara bazirana je na pretpostavci da je udar tolikog intenziteta da ima potencijal uzrokovati ozljedu vozača i/ili putnika u vozilu koja bi ih mogla onemogućiti da ručno aktiviraju sustav. S obzirom na navedeno, očigledno je kako je navedena funkcionalnost žurnog poziva nužna.

Automatska aktivacija e-Poziva, odnosno odgovor na pitanje u kojim bi se sve situacijama e-Poziv trebao aktivirati, djelomično je prepuštena proizvođačima vozila. Na slici 2 prikazani su uvjeti za automatsku aktivaciju sustava.



Slika 5. Uvjeti aktivacije sustava, [2]

Za optimalan rad, nužno je da sustav prepozna frontalni, bočni i stražnji udar. Indeks potencijalnog oštećenja ASI 15 računa se prema [2] sljedećim formulama:

$$ASI_{15} = \left\{ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} ASI(t) dt \right\} \max \quad (1)$$

$$ASI(t) = \sqrt{\left(\frac{\bar{a}_x}{\hat{a}_x} \right)^2 + \left(\frac{\bar{a}_y}{\hat{a}_y} \right)^2 + \left(\frac{\bar{a}_z}{\hat{a}_z} \right)^2} \quad (2)$$

$$\bar{a}_x(t) = \frac{1}{\delta} \int_t^{t+\delta} a_x dt \quad (3)$$

$$\bar{a}_y(t) = \frac{1}{\delta} \int_t^{t+\delta} a_y dt \quad (4)$$

$$\bar{a}_z(t) = \frac{1}{\delta} \int_t^{t+\delta} a_z dt \quad (5)$$

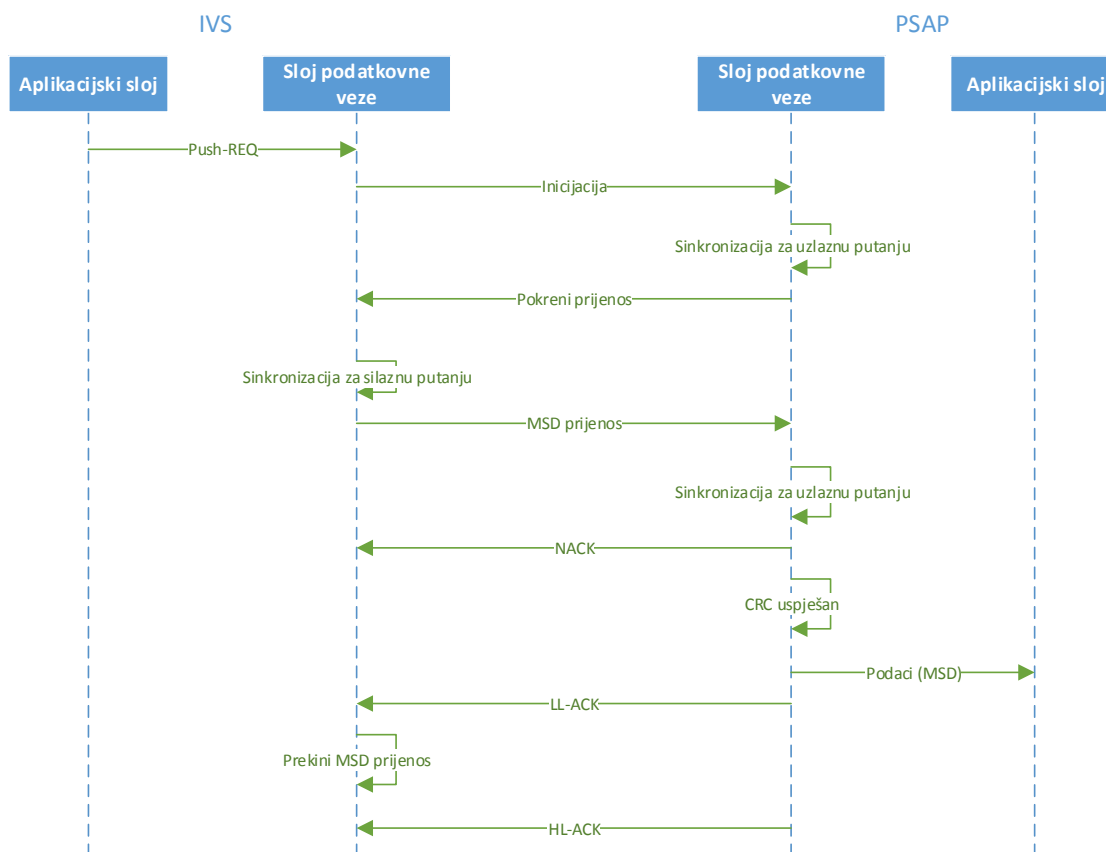
Gdje je:

- $(t_2 - t_1)$ – promatrani interval za evaluaciju indeksa potencijalnog oštećenja (15 milisekundi);
- $ASI(t)$ – trenutna vrijednost indeksa potencijalnog oštećenja;
- a_x, a_y, a_z – komponente ubrzanja (akceleracije) mjerene pomoću senzora uzduž glavnih osi vozila (uzdužno – x, poprečno – y, vertikalno – z);
- $\bar{a}_x, \bar{a}_y, \bar{a}_z$ – prosječne vrijednosti pojedinih komponenti akceleracije za vremenski interval $\delta = 50$ milisekundi;
- $\hat{a}_x, \hat{a}_y, \hat{a}_z$ – granične vrijednosti pojedinih komponenti akceleracije predodređene za aktivaciju.

Osim ovdje opisane automatske aktivacije sustava, kao što je već spomenuto, moguća je i ručna aktivacija. Ručnu aktivaciju sustava inicira vozač i/ili putnici iz kabine vozila pritiskom na za to predviđenu tipku u kabini vozila, [2].

4.2. Prijenos minimalnog skupa podataka

Nakon aktivacije sustava i uspostave komunikacije, između vozila i centra za zaštitu i spašavanje, moguća je međusobna razmjena poruka. Prijenos minimalnog skupa podataka može se inicirati na dva načina, inicijacija prijena od vozila i inicijacija prijena od strane operatera iz centra za zaštitu i spašavanje. Proces prijena skupa podataka od vozila (IVS) do centra za zaštitu i spašavanje (PSAP) iniciran iz vozila prikazan je na dijagramu 2.

**Dijagram 2.** Prijenos MSD iniciran iz vozila

Izvor: [6]

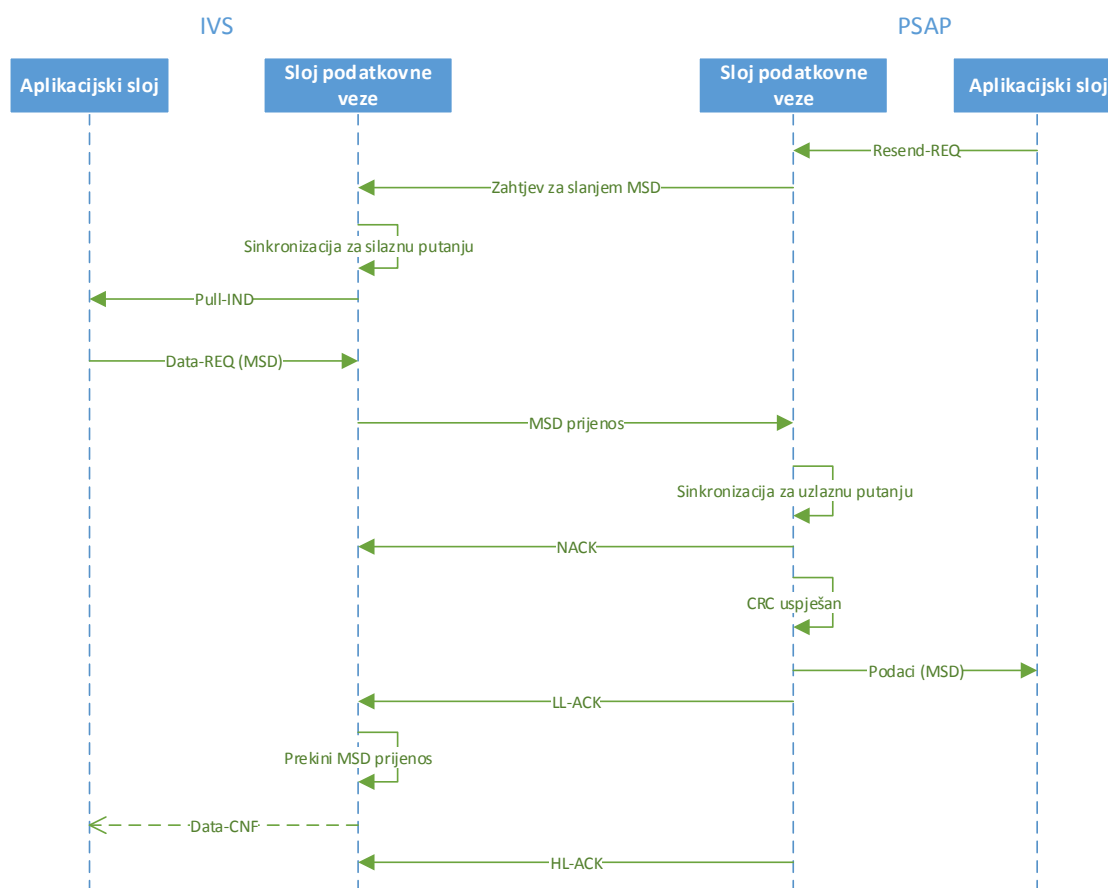
Slijed razmjene poruka prema [6] je sljedeći:

- IVS aplikacijski sloj šalje zahtjev sloju podatkovne veze (*link layer*), koji potom inicira vezu sa PSAP centrom;
- e-Poziv modem u PSAP centru provodi sinkronizaciju;
- PSAP Modem šalje zahtjev IVS modemu da pokrene prijenos;
- IVS e-Poziv modem pokreće sinkronizaciju;
- Nakon uspješne sinkronizacije IVS e-Poziv modem šalje MSD potencijalno i do nekoliko puta, sve dok sloj podatkovne veze (IVS) ne dobije potvrdu „ACK“ (*Acknowledgement*) ili „HL-ACK“ (*Higher Layer – ACK*) od PSAP;
- PSAP e-Poziv modem potom šalje „NACK“ (*Negative ACK*) sve dok CRC (*Cyclic Redundancy Check*) provjera ne bude uspješna;
- PSAP sloj podatkovne veze provodi provjeru;
- PSAP sloj podatkovne veze šalje ACK iz PSAP e-Poziv modema prema IVS e-Poziv modemu;

- PSAP potom šalje „HL-ACK“ u slučaju uspješnog prijenosa.

Kao što je vidljivo iz dijagrama 2, nakon uspješnog prijenosa MSD skupa, PSAP provodi provjeru integriteta skupa podataka. U slučaju uspješne provjere, PSAP automatski šalje pozitivan „HL-ACK“ prema IVS kako bi bio primljen unutar 5 sekundi od primanja LL-ACK potvrde.

PSAP aplikacija treba imati mogućnost zatražiti ponovno slanje MSD-a u bilo kojem trenutku sve dok je govorna komunikacija uspostavljena s vozilom. Slijed razmjene poruka u slučaju re-transmisije prikazan je na dijagramu 3.



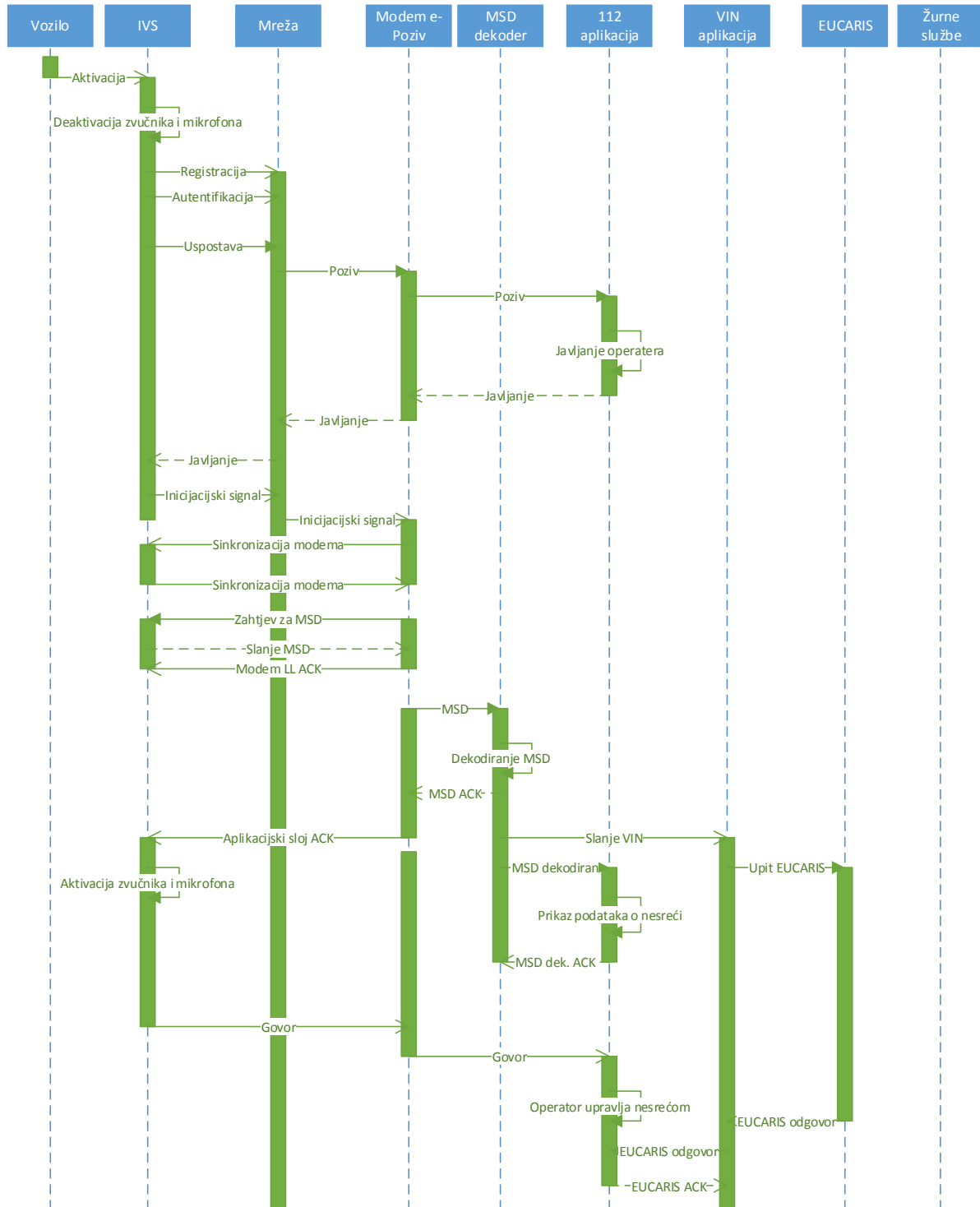
Dijagram 3. Ponovno slanje MSD inicirano od strane operatera

Izvor: [6]

U ovom slučaju, aplikacijski sloj PSAP centra šalje zahtjev sloju podatkovne veze, odnosno PSAP e-Poziv modemu za ponovnim slanjem MSD. PSAP e-Poziv modem proslijeđuje taj zahtjev modemu IVS-a koji nakon sinkronizacije traži od aplikacijskog sloja IVS-a MSD, [6].

4.3. Interakcija komponenti sustava

Slijed razmjene poruka između raznih podsustava e-Poziva prikazan je dijagramima 4 i 5, gdje je dijagram 5 nastavak dijagrama 4.



Dijagram 4. Međudjelovanje komponenti sustava 1/2

Izvor: [1]

Slijed razmjene poruka između komponenti sustava prikazanih na dijagramu 4 prema [1] je sljedeći:

- U slučaju nastupa nesreće, sustav se aktivira automatski ili ručno, te deaktivira zvučnik i mikrofoni u automobilu kako bi se omogućio neometani prijenos podataka;
- U trenutku aktivacije, IVS se registrira i autentificira na mrežu MNO preko ćelije (BTS) u kojoj se u tom trenutku nalazi, te uspostavlja vezu;
- Poziv se kroz mrežu rutira do odgovarajućeg PSAP e-Poziv modema;
- Nakon što operater u PSAP centru primijeti poziv, javlja se, te se uspostavlja telefonska veza s IVS preko mreže, nakon čega modem e-Poziv iz PSAP centra čeka inicijacijski signal iz IVS-a;
- IVS započinje sa slanjem inicijacijskog signala, te ga šalje sve dok ne dobije sinkronizacijsku poruku od PSAP e-Poziv modema;
- Nakon uspješne sinkronizacije, e-Poziv modem šalje zahtjev prema IVS za MSD;
- IVS modem dobiva zahtjev, te odgovara sa slanjem MSD prema PSAP e-Poziv modemu. Slanje MSD se ponavlja sve dok IVS ne dobije potvrdu sloja podatkovne veze „LL-ACK“;
- Nakon što e-Poziv modem primi MSD, šalje „LL-ACK“ te prosljeđuje MSD prema MSD dekeru;
- MSD deker dekodira MSD te odgovara s potvrdom o uspješnom dekodiranju modemu e-Poziva (u slučaju neuspješnog dekodiranja, MSD deker neće odgovoriti potvrdno već će modem ući u mod za prijenos govora te će se aktivirati mikrofoni i zvučnici u vozilu);
- Nakon primljene potvrde, modem e-Poziva šalje potvrdu aplikacijskog sloja IVS modemu, te IVS aktivira mikrofoni i zvučnike.
- MSD deker odmah nakon što dekodira MSD, prosljeđuje ga prema 112 aplikaciji. Također, u to vrijeme MSD deker šalje dobiveni VIN iz MSD prema VIN aplikaciji:
 - 112 aplikacija prikazuje MSD sadržaj operateru u PSAP centru;
 - Nakon što IVS aktivira zvučnike i mikrofoni u vozilu, modem u vozilu i e-Poziv modem u PSAP centru uspostavljaju govornu komunikaciju između operatera iz centra i vozača i/ili putnika;

Dijagram 5 nastavak je moguće razmjene poruka između komponenti e-Poziv sustava. Na navedenom dijagramu prikazane su radnje poput zahtjeva operatera centra 112 za ponovnim slanjem MSD iz vozila, pristupanje dodatnim informacijama od strane lokalnih žurnih službi pa do prekida e-Poziv procesa, odnosno raskida veze, [1].

4.4. Opis aktivnosti u sustavu

Na dijagramu 6 prikazane su aktivnosti koje se odvijaju prilikom e-Poziva. Aktivnosti prema [1] su sljedeće:

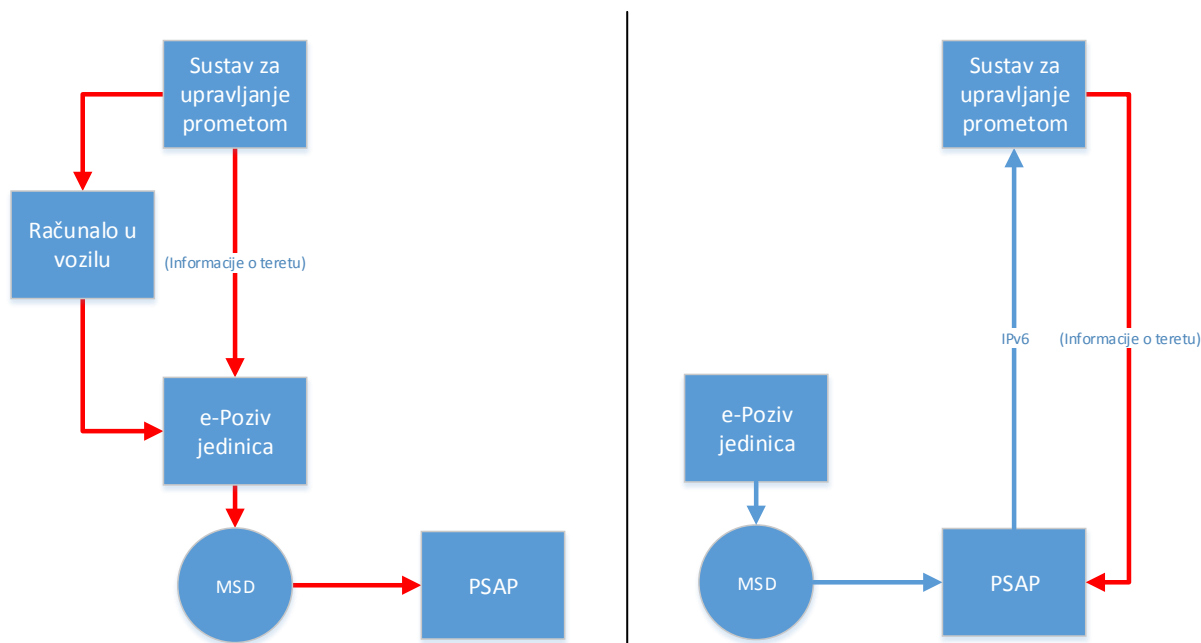
- IVS se aktivira automatski ili ručno;
- Generira se e-Poziv koji se prikazuje operaterima u centru za zaštitu i spašavanje na njihovoj aplikaciji;
- Jedan od operatera preuzima poziv (u slučaju da se ne radi o e-Pozivu primjenjuje se definirana procedura za standardni žurni poziv);
- U operaterovoj aplikaciji automatski se prikazuje formular nesreće koji sadrži telefonski broj IVS opreme s koje je upućen poziv; u slučaju da se u formularu ne nalazi telefonski broj, operater ga može odabrati s liste trenutnih e-Poziva dostupnih u GIS klijentu; nakon odabira broja, podaci se automatski prosljeđuju na aplikaciju operatera;
 - Postojeći podaci o nesreći (identifikacijski broj (ID) formulara, naziv poput „e-Poziv“, telefonski broj) automatski se poistovjećuju s GIS klijentom operatera koji je preuzeo e-Poziv;
- Modem e-Poziva nakon sinkronizacije inicira prijenos MSD-a; operater za vrijeme sinkronizacije/prijenosa ne može komunicirati s ljudima u vozilu; nakon što MSD stigne na poslužitelj, na njemu se vrši obrada (dekodiranje);
- Podaci se prikazuju na konzoli operatera te se uspostavlja glasovna komunikacija operatera s ljudima u vozilu; istovremeno VIN se šalje prema EUCARIS mreži kako bi se dobile dodatne informacije o vozilu;
- Operater pozicionira nesreću na karti te mu se u aplikaciji prikazuju MSD podaci kao odgovor na akciju pozicioniranja;
- Nakon što se postave svi potrebni podaci (potencijalno ponovno slanje MSD iz vozila i sl.), sustav prosljeđuje formular adekvatnim žurnim službama;
 - Operater iz žurne službe ima mogućnost poslati upit EUCARIS bazi koristeći VIN kako bi pristupio dodatnim podacima;

4.5. Pristup dodatnom sadržaju

Pristup dodatnom sadržaju moguće je izvesti na dva načina prikazana slikom 6. Potreba za dodatnim informacijama proizlazi iz činjenice da određena vozila prevoze opasne tvari, te bi informacije o takvom teretu bile od iznimne koristi operaterima u PSAP centru prilikom alarmiranja žurnih službi. S obzirom na to da je MSD limitiran, odnosno moguće ga je dodatno proširiti s limitiranim brojem opcionalnih podataka, potrebno je paziti da se ne prijeđe maksimalni broj *byte*-a.

Opcionalne podatke, definirane u MSD poruci, moguće je prema [6] iskoristiti na dva načina:

- Sve relevantne informacije potrebne žurnim službama upisati u prostor predviđen za opcionalne podatke;
- Postaviti poveznicu na eksterni izvor na kojem su smješteni relevantni podaci.



Slika 6. Moguća rješenja za pristup dodatnom sadržaju

Izvor: [6]

Kako bi se pristupilo dodatnom sadržaju iz eksternog izvora potrebno je koristiti „ključ“ za identifikaciju vozila. Navedeni „ključ“ moguće je integrirati u opcionalne podatke. Jedno od rješenja je kao ključ koristiti registracijski broj vozila koji nije sadržan u MSD, [6].

5. Mogućnosti proširenja sustava

Proširenje e-Poziv sustava u ovom radu temelji se na činjenici da minimalni skup podataka ne prikuplja sve podatke koje je teoretski moguće prikupiti postojećim sustavima, ili sustavima koji će postojati u bližoj budućnosti, a potrebni su za rekonstrukciju prometne nesreće.

5.1. Ulazni parametri

Kako bi se definirali podaci potrebni za rekonstrukciju prometne nesreće, potrebno je utvrditi koji se sve podaci prikupljaju prilikom očevida prometne nesreće. Prema [13] očevid prometne nesreće obavlja se prema redoslijedu prikazanom na dijagramu 7.

Prilikom očevida prometne nesreće prikupljaju se podaci poput: vremena nastupa nesreće, meteorološke prilike, vidljivost, podaci o sudionicima nesreće, podaci o vozilima, razni tragovi i predmeti, odvijanje prometa na prometnici, kako su obilježeni trakovi, koja je dopuštena brzina kretanja i sl.

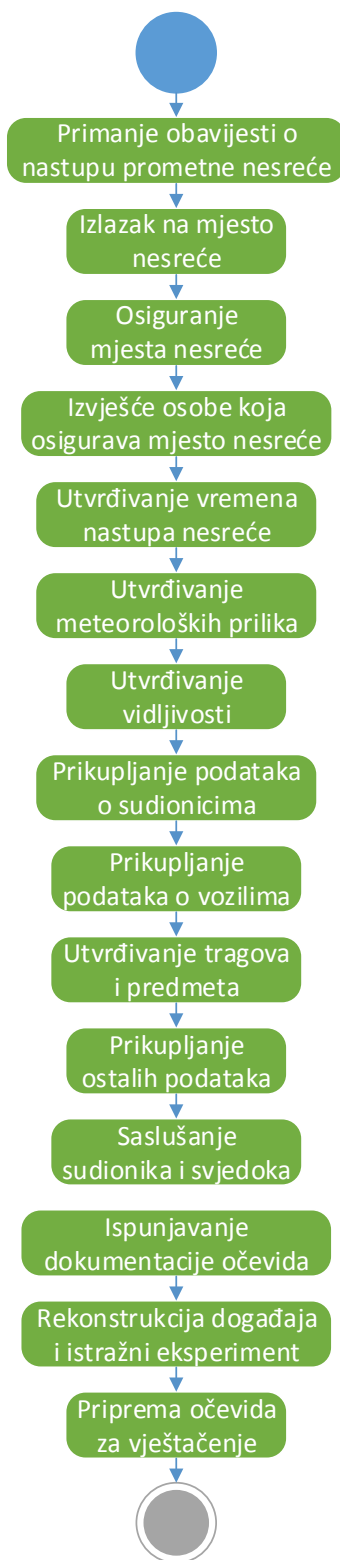
Utvrđivanje vremena nastupa nesreće radi se tako da se anketiraju sudionici i svjedoci, te se provjere satovi u vozilima ili na unesrećenima ako su potencijalno stali zbog eventualnih oštećenja prilikom nesreće. Meteorološke prilike utvrđuju se ispitivanjem sudionika i svjedoka, provjerom službenog meteorološkog izvješća te osobnim uvidom. Prilikom definiranja vidljivosti, važna je stavka radi li se o danu ili noći, te u slučaju dana treba utvrditi utjecaj sunčevih zraka. Također, na vidljivost utječu razne meteorološke prilike poput magle, snijega, kiše i dr.

Kako bi se utvrdilo kretanje vozila u svim fazama prometne nesreće, potrebno je prikupiti sve tragove i predmete s mjesta nesreće. Tragovi prema [13] mogu biti:

- Tragovi na kolniku: trag vožnje, klizanja, zanošenja i dr.;
- Tragovi na cestovnim građevinama;
- Tragovi na okolnom zemljištu;
- Tragovi na vozilima: oštećenja, krv, kosa i dr.;
- Pokretni tragovi: rasuti teret, dijelovi vozila, predmeti sudionika u prometu, tijela unesrećenih i sl.

Prikupljanje ostalih podataka odnosi se na podatke o odvijanju prometa na djelu prometnice na kojoj se dogodila nesreća, definiranje kojom prometnom trakom se kretalo

vozilo, način obilježavanja prometnih trakova, maksimalna dopuštena brzina kretanja, je li bilo pretjecanja i slično.



Dijagram 7. Slijed aktivnosti prilikom obavljanja očevida

Izvor: [13]

Dokumentacija očevida sastoji se od zapisnika o očevidu, fotodokumentacije i skice mjesta nesreće. Zapisnik o očevidu sadrži opis mjesta nesreće, okolnosti nastanka nesreće i podatke o sudionicima. Skica mjesta nesreće izrađuje se u nekoliko faza, a najprije se na mjestu nesreće izrade mjerenja te gruba skica, dok se naknadno izrađuje detaljniji grafički prikaz mjesta nesreće, [13].

Iz analize sustava e-Poziva i aktivnosti obavljanja očevida, vidljivo je kako sustav e-Poziva već prikuplja određene podatke poput: primanje obavijesti o nastupu nesreće, utvrđivanje vremena nastupa nesreće, podaci o vozilima, te izgled prometnice tj. „grafički prikaz mjesta nesreće“ koji se dobiva na GIS (Geografski Informacijski Sustav) klijentu u PSAP centru.

Podaci koji se ne prikupljaju postojećim sustavom e-Poziva su sljedeći:

- Meteorološke prilike na prometnici;
- Vidljivost;
- Utvrđivanje tragova i predmeta, međutim, važno je napomenuti kako se utvrđivanje tragova i predmeta radi s ciljem utvrđivanja kretanja vozila u svim fazama prometne nesreće;
- Ostali podaci poput odvijanja prometa na tom djelu prometnice i sl.

Također, sustav ne prikuplja podatke iz izvješća osobe koja osigurava mjesto nesreće, podatke o sudionicima mjesta nesreće i sl. S obzirom na to da navedeni podaci nisu ključni za samu rekonstrukciju prometne nesreće, neće biti razmatrani u ovom radu.

5.2. Dodatne komponente sustava

Na temelju istraživanja i proučavanja dostupne literature, u ovom poglavlju su prikazane potencijalne komponente sustava koje omogućavaju prikupljanje dodatnih podataka potrebnih za rekonstrukciju prometne nesreće, kako iz vozila, tako i iz eksternih izvora.

5.2.1. Elektronički uređaji i senzori u vozilu

Elektronički uređaji u vozilu (*Event Data Recorder, EDR*) su uređaji koji prikupljaju podatke o dinamici vozila i ponašanju vozača prije, u trenutku i nakon prometne nesreće. Senzori na vozilima pružaju odgovore na pitanja: je li pedala akceleratora i/ili kočnica bila pritisnuta i ako je kojim intenzitetom; koliki je broj okretaja motora; u kojoj se poziciji nalazi mjenjač u pojedinom trenutku; trenutak aktivacije pojedinog zračnog jastuka; stupanj

zakretanja upravljača; koliko iznosi uzdužno ubrzanje i sl. U tablici 2 prikazani su neki podaci očitani pomoću EDR sustava, [14].

Tablica 2. Podaci očitani iz vozila

Parametar	Podaci u EDR uređaju
Brzina vozila	0-200 km/h s korakom od 1 km/h
Ubrzanje	0-100% s korakom od 0,5%
Okretaji motora	0-12800 RPM s korakom od 100 RPM
Kočnice	On/Off
Pozicija mjenjača	R/N/P/D/5/4/3/2/LO/B/Seq
Postotak brzine motora	0-100% s korakom od 0,5%
Tlak kočionog ulja	0-12,144 Mpa s korakom od 0,48 MPa
Parcijalni događaj	1/2/3/4/5/6/7/8
Stupanj upravljača	$\pm 375^\circ$ s korakom od 3°
Stupanj njihanja	$\pm 61^\circ/s$ s korakom od $0,488^\circ/s$
Uzdužno ubrzanje	$\pm 8,9725 \text{ m/s}^2$ s korakom od $0,07178 \text{ m/s}^2$
Status tempomata	On/Off

Izvor: [15]

Pomoću senzora za mjerenje udaljenosti i smjera moguće je izračunati poziciju vozila. Računanje pozicije postiže se integriranjem sitnih odsječaka prijednog puta po iznosu i smjeru u odnosu na poznate koordinate početne pozicije. Senzori za mjerenje udaljenosti i smjera su: inercijski senzori (akcelerometar i žiroskop), brzinomjer, putomjer i kompas. Nedostatak inercijskih senzora je to što nemaju informaciju o početnom položaju. Kako bi se premostio taj nedostatak, moguća je integracija senzora s GNSS sustavom. GNSS sustav ima malu frekvenciju uzimanja uzoraka, dok senzori imaju veliku frekvenciju te visoku točnost u kraćem razdoblju.

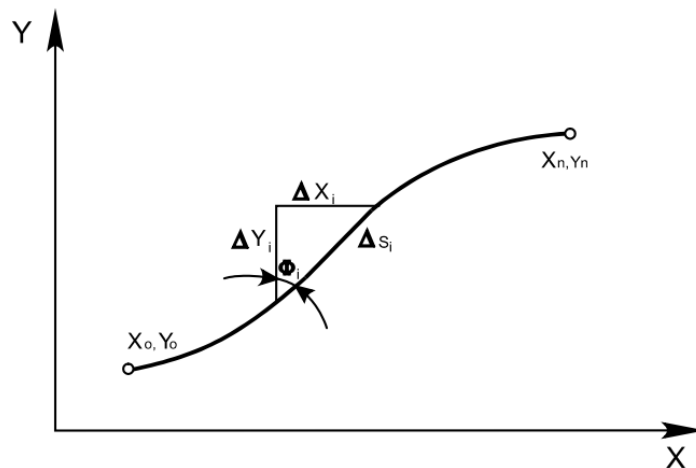
Tehnika računskog pozicioniranja prikazana je na slici 7, prema kojoj se koordinate krajnje točke puta (x_n, y_n) mogu izračunati ako su poznate početne točke (x_0, y_0) i promjene smjera u svakoj točki između početne i krajnje:

$$x_n = x_0 + \sum_{i=1}^n \Delta x_i = x_0 + \sum_{i=1}^n \Delta s_i \cdot \sin(\Phi_i) \quad (6)$$

$$y_n = y_0 + \sum_{i=1}^n \Delta y_i = y_0 + \sum_{i=1}^n \Delta s_i \cdot \cos(\Phi_i) \quad (7)$$

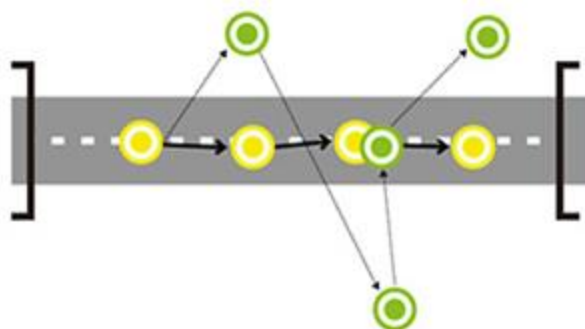
gdje je prema [16]:

- Δs_i - i -ti odsječak prijednog puta,
- Φ_i - smjer odsjeka puta Δs_i u odnosu na smjer sjevera.



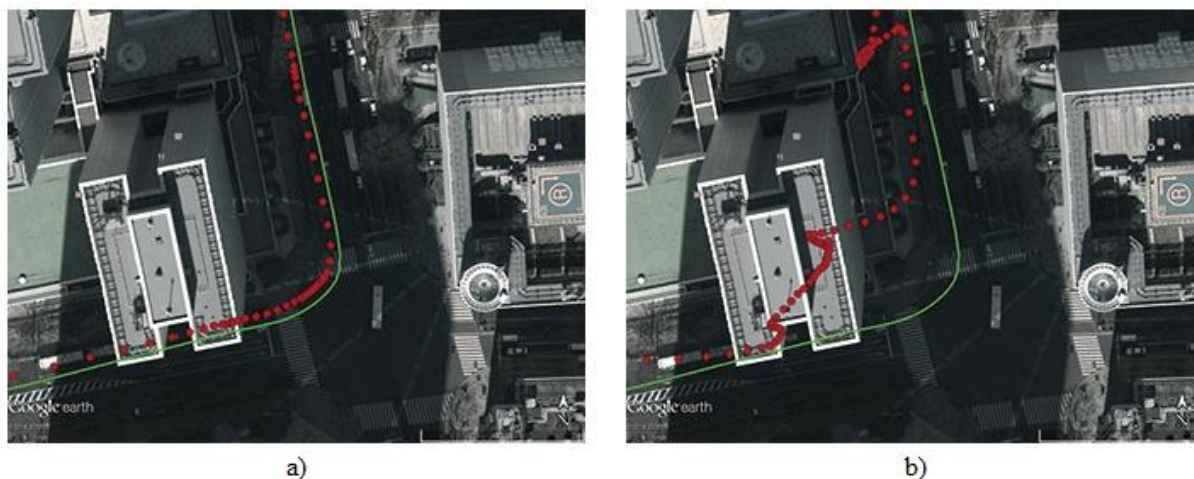
Slika 7. Tehnika računskog pozicioniranja, [16]

Primjer integracije senzora za mjerenje udaljenosti i smjera s GNSS sustavom je [17]. U navedenom sustavu inercijski senzori ispravljaju pogreške generirane od GNSS sustava na mjestima gdje je signal slabiji ili potpuno nedostupan. Sustav se sastoji od putomjera i brzinomjera te GPS/GNSS sustava. Osnovni princip rada prikazan je na slici 8, gdje je zelenim točkama označena lokacija dobivena pomoću GPS/GNSS-a, a žutim točkama označena je ispravljena pozicija vozila pomoću inercijskih senzora.



Slika 8. Osnovni princip rada integriranog GNSS i senzorskog sustava, [17]

Prema provedenom testiranju [17] u Japanu (Tokio), samostalni GPS je imao pogreške u određivanju pozicije u nekim trenucima oko 10 metara, dok je integrirani sustav imao pogrešku manju od 2,5 metara. Navedeni rezultati prikazani su na slici 9. Pod (a) su rezultati integriranog sustava, dok su pod (b) rezultati samostalnog GPS-a. Crvene točke na slici označavaju predloženu poziciju, dok je zelenom linijom prikazano stvarno kretanje vozila.



Slika 9. Prikaz određivanja pozicije s integriranim sustavom i samostalnim GPS-om, [17]

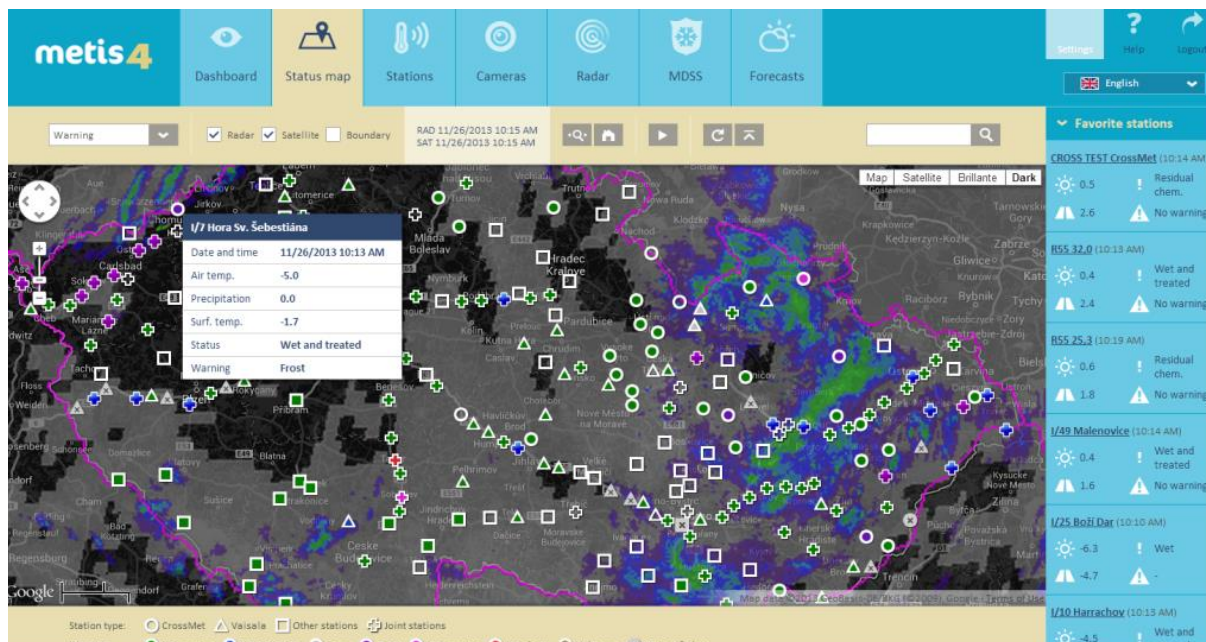
5.2.2. Centar za upravljanje prometom

U raznim dijelovima svijeta, pa tako i u Europi, razvijaju se centri za upravljanje prometom. Uloga ovih centara, kao i ITS-a općenito, je među ostalim smanjenje prometnog zagušenja na prometnicama. Smanjenje zagušenja postiže se tako da se: prati prometno opterećenje prometnica, stvarno-vremenski upravlja prometnom signalizacijom (semafori i sl.), prikupljaju informacije o meteorološkim uvjetima na cestama i sl.

Upravljanje prometnom signalizacijom jedna je od najstarijih ITS aplikacija korištena u urbanim sredinama. Iako prvi semafori nisu posjedovali „inteligenciju“, te je vrijeme trajanja pojedinog svjetla bilo fiksno, uz napredovanje računalnih tehnologija prometna raskrižja postajala su sve više sofisticirana. U današnje vrijeme, razni senzori postavljeni su kroz prometne mreže kako bi mjerili brzinu prometa i zagušenje. Dobivene informacije koriste se za adekvatno (dinamično) upravljanje svjetlosnom signalizacijom tako što se u stvarnom vremenu mijenja trajanje pojedinog svjetla na semaforu. Također, informacije o svjetlosnoj signalizaciji (u kojem trenutku je aktivno određeno svjetlo na raskrižju) u svim dijelovima urbane sredine nalaze se u centru za upravljanje prometom. Te informacije, među ostalima, planiraju se pomoću V2I (*Vehicle-to-Infrastructure*) modela proslijediti vozačima kao upozorenje prilikom približavanja raskrižju.

Informacije o meteorološkim uvjetima na cestama podrazumijevaju prikupljanje podataka sa senzora postavljenih uz same prometnice. Drugi način za prikupljanje podataka o meteorološkim uvjetima je pomoću senzora na vozilima, te pomoću V2I modela njihovo prosljeđivanje centru za upravljanje prometom. Meteorološki podaci u centru se procesiraju te služe za upozorenje vozačima (i drugim korisnicima) na potencijalni snijeg, snažan vjetar,

otežanu vidljivost i slično, [18, 19]. Na slici 10 prikazano je korisničko sučelje jednog ITS rješenja meteorološkog informacijskog sustava nazvanog METIS.



Slika 10. Prikaz sučelja meteorološkog informacijskog sustava, [20]

Ove dvije funkcionalnosti centra za upravljanje prometom (upravljanje prometnom signalizacijom te prikupljanje i upravljanje podacima o meteorološkim uvjetima na prometnicama) od velike je važnosti za rekonstrukciju prometne nesreće. Informacije o svjetlosnoj signalizaciji u određenom trenutku imaju potencijal utvrđivanja krivice sudionika nesreće, a kao što je vidljivo iz poglavlja 5.1. prilikom očevida prometne nesreće se prikupljaju podaci o meteorološkim uvjetima koji također pojašnjavaju određene stvari prometnim vještacima.

Osim navedenih funkcionalnosti, centri za upravljanje prometnom posjeduju (odnosno mogli bi posjedovati u bližoj budućnosti) komponente za: upravljanje incidentnim situacijama, praćenje i upozorenje o prekoračenoj brzini kretanja, prikupljanje stvarno-vremenskih podataka o kretanju vozila, praćenje emisija štetnih plinova, upravljanje parkiranjem i sl., [19].

5.3. Tehnološka nadogradnja e-Poziva

Trenutno razvijeni sustav e-Poziva baziran je na ETSI i CEN standardima čija je standardizacija započeta prije više od 12 godina. Trenutni sustav koristi modem za prijenos MSD podataka preko 112 poziva s komutacijom kanala. Međutim, komutacija kanala je zastarjela tehnologija te će biti zamijenjena s IMS (*IP Multimedia Subsystem*) žurnim

pozivom koji će raditi na komutaciji paketa, odnosno UMTS-PS (*Universal Mobile Telecommunication Service – Packet Switched*) i LTE (*Long Term Evolution*) mreži. Za očekivati je da će telekomunikacijski operatori prestati pružati podršku tehnologijama baziranim na komutaciji kanala, GSM i UMTS, u narednih deset do dvadeset godina. S obzirom na to kako će prema zakonu automobili u Europskoj uniji morati biti opremljeni s e-Pozivom nakon 2018., a vijek trajanja automobila je otprilike 15 godina, jasno je kako se što prije mora krenuti u razvoj e-Poziva sljedeće generacije.

IMS žurni poziv trebao bi biti implementiran mnogo prije 2030., što znači da će e-Poziv s komutacijom kanala i IMS e-Poziv trebati raditi istovremeno. Istovremeni rad, odnosno migracija prema IMS e-Pozivu prema [21] trebala bi biti takva da će:

- IMS e-Poziv se implementirati u vozila kada za to budu izrađeni standardi. Takav IVS će osim IMS e-Poziva morati biti sposobni za e-Poziv s komutacijom kanala još određeni broj godina;
- Od određenog datuma PSAP centri trebat će podržavati IMS e-Poziv, ali također primiti i procesirati e-Poziv s komutacijom kanala;
- IVS sposobni za IMS e-Poziv koristit će isključivo IMS e-Poziv ako dobiju informaciju (mrežni indikator) da mreža podržava IMS e-Poziv;
- Mobilni operatori će aktivirati mrežni indikator samo onda kada je dostupan signal (pokrivanje) za IMS e-Poziv te ako je moguće rutirati poziv do barem jednog PSAP centra sposobnog primiti IMS e-Poziv.

Glavne prednosti koje će pružati sljedeća generacija e-Poziva prema [21] su:

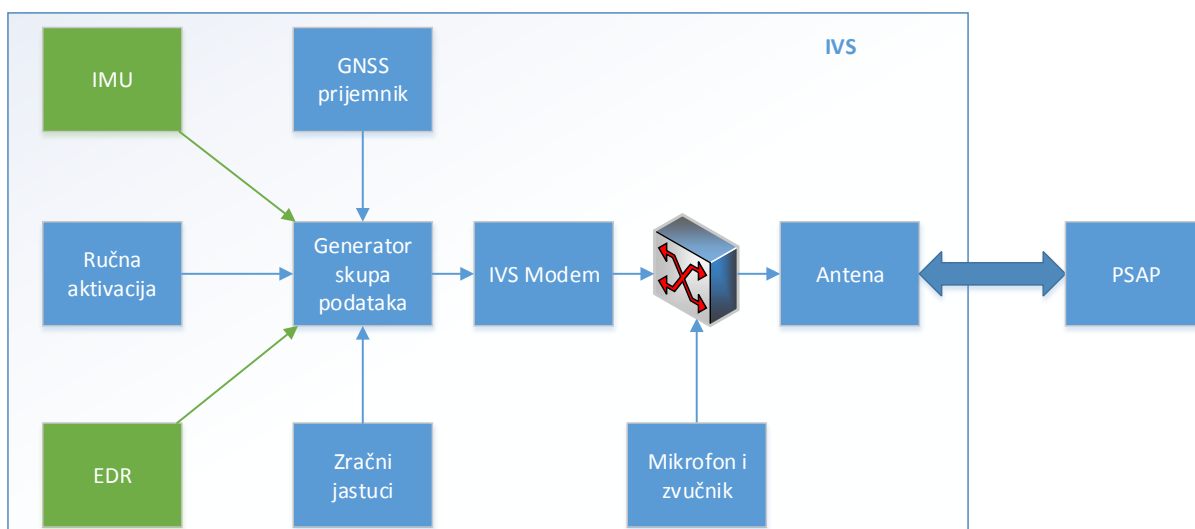
- Brži i pouzdaniji prijenos MSD-a, prijenos govora i podataka u isto vrijeme, moguć prijenos mnogo više od trenutno definiranih 140 byte-a za MSD;
- Prijenos dodatnih medija (video kamere, omogućena komunikacija s korisnicima koji imaju određeni invaliditet pomoću TTS (*Text-To-Speech*) i sličnih usluga);
- Dvosmjerna komunikacija koja će omogućiti PSAP operateru da pošalje određene naredbe vozilu poput: aktiviraj trubu, svijetla, otključaj/zaključaj vrata, onemogućiti paljenje i sl.

6. Analiza procesa proširenog sustava

Za prošireni sustav e-Poziva u ovome radu pretpostavit će se kako nema ograničenja u prijenosu prilikom slanja veće količine podataka od 102 *byte*-a koliko iznosi trenutno ograničenje dodatnih podataka u MSD poruci. Navedena pretpostavka se bazira na činjenici kako su već započele rasprave o unaprjeđenju sustava s novim prijenosnim tehnologijama i s povećanjem MSD kapaciteta. Proširenje sustava predloženo u ovom radu tehnički se može izvesti na više načina, odnosno, dio dodatnih podataka iz vozila može se prenijeti i trenutnim sustavom e-Poziva. Primjerice, tako da se definira manji broj podataka relevantnih za rekonstrukciju prometne nesreće koji bi se mogli upakirati u trenutni MSD ili definiranjem dodatnog skupa koji bi se slao nakon što se alarmiraju adekvatne žurne službe.

6.1. Prikupljanje dodatnih podataka u vozilu

Kako bi sustav e-Poziva imao funkcionalnost prikaza kretanja vozila u svim fazama prometne nesreće, podatke o ponašanju vozača i druge relevantne podatke, IVS je potrebno opremiti dodatnim komponentama. Na slici 11 prikazana je arhitektura IVS-a s dodatnim komponentama poput inercijske mjerne jedinice (*Inertial Measurement Unit, IMU*) i elektroničkog uređaja u vozilu koji snima određene podatke vezane za prometnu nesreću (EDR). IMU obično sadržava tri ortogonalna žiroskopa i tri ortogonalna akcelerometra, pri čemu žiroskopi služe za mjerenje kutnih pomaka, dok akcelerometri služe za mjerenje linearnih akceleracija u smjeru osi X, Y i Z. IMU je senzorska (mjerna) komponenta inercijskih navigacijskih sustava (INS).

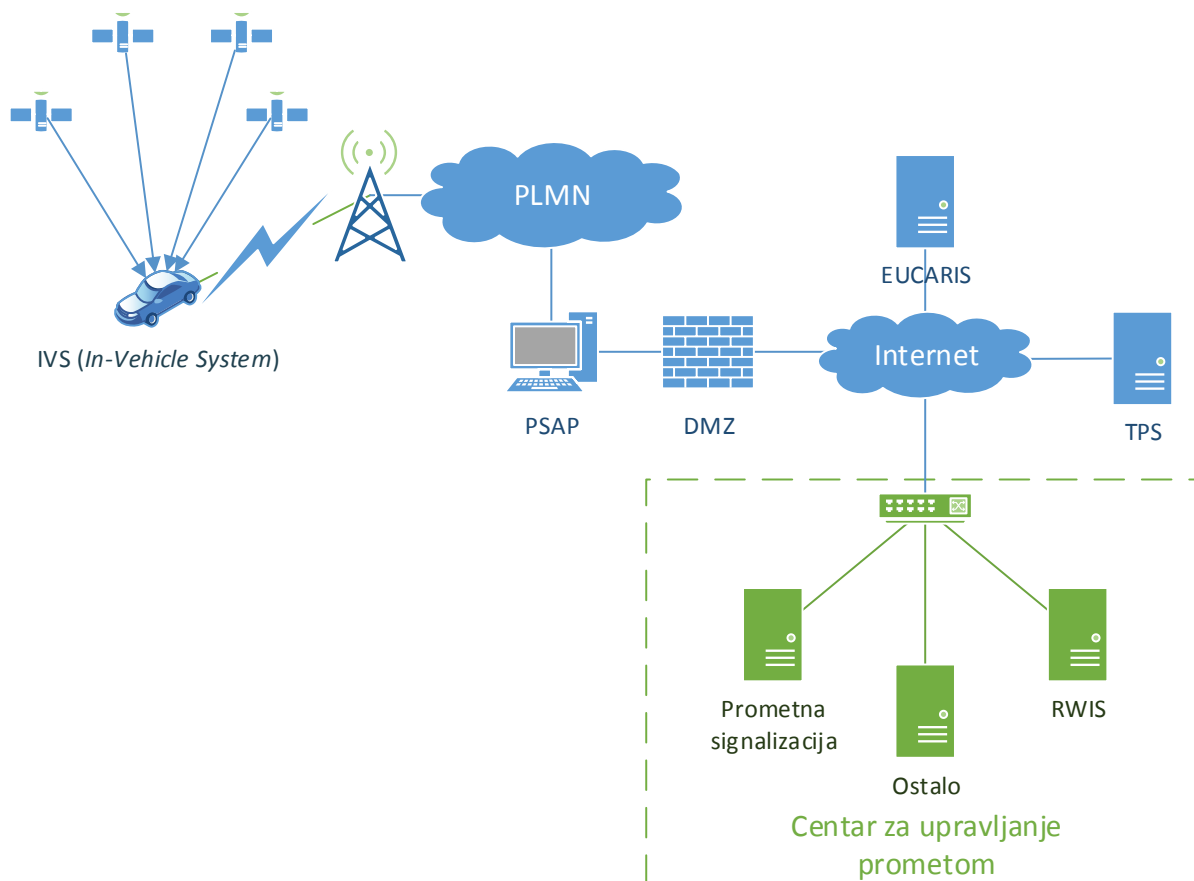


Slika 11. Arhitektura proširenog *in-vehicle* sustava

Spomenute dodatne komponente sustava IVS-a moraju biti konstantno aktivne za vrijeme rada automobila, te moraju memorirati podatke dobivene sa senzora za određeno definirano vrijeme. Nakon što nastupi nesreća, IMU i EDR komponente bi trebale proslijediti memorirane podatke od nekoliko sekundi prije nesreće, te podatke do nekoliko sekundi nakon nastupa prometne nesreće, kako bi se na adekvatan način moglo rekonstruirati kretanje vozila. Podaci pristigli s dodatnih komponenti trebali bi se upakirati s ostalim podacima koje prikuplja IVS te proslijediti prema PSAP centru.

6.2. Prikupljanje dodatnih podataka iz eksternih izvora

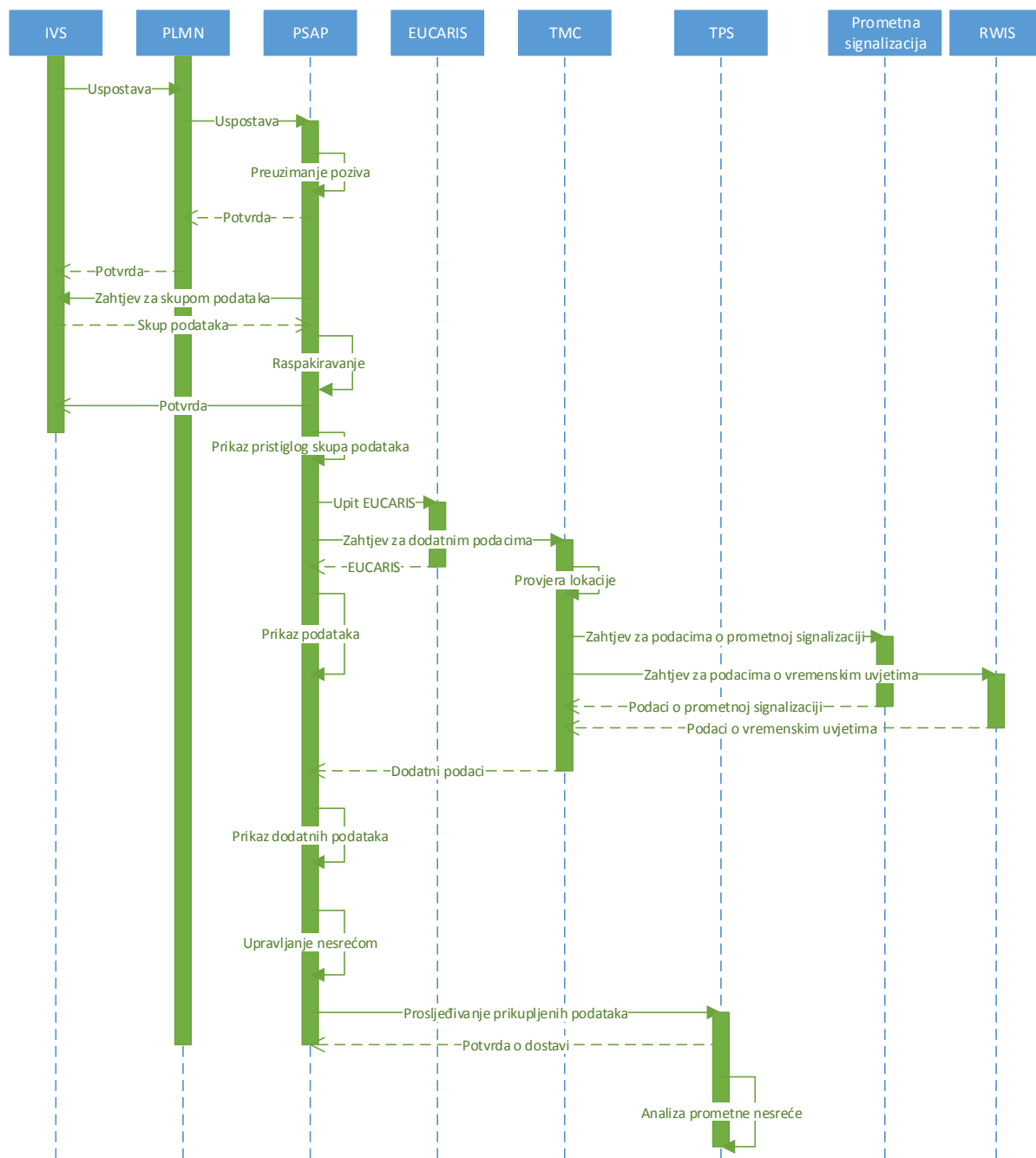
Na slici 12 prikazana je generička arhitektura sustava e-Poziva povezanog s centrom za upravljanje prometom (*Traffic Management Center, TMC*). Potrebno je napomenuti kako se trenutno razmatra povezivanje PSAP centra s TMC-ovima, međutim, ne zbog prikupljanja dodatnih podataka potrebnih za rekonstrukciju prometne nesreće.



Slika 12. Generička arhitektura proširenog sustava e-Poziva

U centru za upravljanje prometom nalaze se razne baze podataka od kojih su za proširenje sustava e-Poziva s funkcionalnosti utvrđivanja činjeničnog stanja na prometnici za vrijeme

nesreće ključne baze koje sadrže podatke o prometnoj signalizaciji kao i baze koje sadrže podatke o meteorološkim uvjetima na prometnici (*Road Weather Information System, RWIS*). PSAP centar morat će imati pristup TMC-u preko DMZ sigurne veze.



Dijagram 8. Međudjelovanje komponenti proširenog sustava e-Poziva

S obzirom na to da se u ovom radu analizira proširenje sustava kako bi prikupljao dodatne podatke vezane uz utvrđivanje činjeničnog stanja na prometnici za vrijeme nesreće, na dijagramu 8 zanemareni su procesi govorne komunikacije uspostavljene između vozila i

PSAP centra. Na dijagramu 8 prikazani su procesi međudjelovanja komponenti sustava s ciljem prikupljanja svih podataka koje je moguće prikupiti, a potrebni su za rekonstrukciju nesreće, te njihovo prosljeđivanje adekvatnim službama. Također, na dijagramu nisu prikazani alternativni scenariji poput ponovnog slanja skupa podataka zbog pogreške prilikom prijenosa i sl.

Prikazano međudjelovanje komponenti na dijagramu 8 odvija se sljedećim slijedom:

- Nastupila je prometna nesreća, te vozilo uspostavlja vezu preko telekomunikacijske mreže sa PSAP centrom;
- Operater u centru se javlja na e-Poziv te se uspostavlja veza do vozila;
- PSAP centar šalje zahtjev za generiranim skupom podataka iz vozila;
- IVS nakon što primi zahtjev šalje skup podataka prema PSAP centru;
- U PSAP centru se raspakirava pristigli skup podataka, te se na temelju VIN broja šalje EUCARIS upit za dodatnim informacijama o vozilu;
- Na temelju dobivene GNSS geografske lokacije iz vozila PSAP centar šalje zahtjev prema centru za upravljanje prometom (TMC) za dodatnim podacima; za to vrijeme u PSAP centru se prikazuju dosad prikupljeni podaci iz vozila i EUCARIS baze;
 - Na temelju lokacije TMC poslužitelj šalje upit bazi koja sadrži podatke o svjetlosnoj signalizaciji na raskrižju na kojem se dogodila nesreća;
 - Na temelju lokacije TMC poslužitelj šalje zahtjev RWIS;
 - Baza s prometnom signalizacijom šalje odgovor na upit koji sadrži tražene podatke;
 - RWIS šalje odgovor koji sadrži podatke o meteorološkim prilikama na prometnici na kojoj se dogodila nesreća;
- TMC prosljeđuje sve prikupljene podatke PSAP centru u kojem se popunjava formular o prometnoj nesreći, te se prikazuju svi pristigli podaci;
- Operater u centru upravlja nesrećom na temelju prikupljenih podataka.
- Nakon što operater alarmira adekvatne žurne službe te prekine e-Poziv, svi prikupljeni podaci se šalju prema definiranim TPS pružateljima usluga poput osiguravajućih kuća, prometnih vještaka, sudova i sl. Slanje prikupljenih podataka TPS pružateljima usluga radi se zato da bi se na njima izvršila analiza i utvrdilo činjenično stanje na prometnici u svim fazama prometne nesreće. Prikupljeni

podaci mogli bi poslužiti kao dokazni materijal za utvrđivanje krivice određenog sudionika prometne nesreće.

7. Zaključak

U ovom radu analiziran je paneuropski sustav e-Poziv čija je temeljna funkcionalnost automatsko ili ručno javljanje i pozicioniranje vozila koje je zadesila prometna nesreća. Navedeni sustav je još uvijek u razvoju te se očekuje da će morati biti implementiran u svim vozilima nakon 2017. godine. U sami razvoj sustava uključeni su mnogi dionici i interesne skupine, poput Europske komisije i parlamenta, standardizacijskih organizacija, telekomunikacijskih operatora, automobilske industrije, proizvođača opreme i sl.

Pred mnoge dionike sustava postavljeni su određeni zahtjevi koje bi trebali ispunjavati. Tako je pred proizvođače opreme u vozilu postavljeno koje komponente IVS mora sadržavati, koje funkcionalnosti mora posjedovati i sl. S druge strane, pred telekom operatore postavljeni su zahtjevi za pružanjem usluge e-Poziva kao svake druge usluge žurnog poziva, te su definirane potrebne preinake na njihovim mrežama kako bi bile sposobne detektirati i rutirati e-Poziv prema najprikladnijem centru za zaštitu i spašavanje. Centri za zaštitu i spašavanje su također morali proći kroz određene procese modernizacije i prilagodbe, kako procesa, tako i tehnologija za upravljanje e-Pozivom. Iako je postavljeno mnogo zahtjeva pred razne dionike sustava, jasno je kako neće svaki dionik u svakoj zemlji EU moći prilagoditi postojeće sustave tim zahtjevima. Zbog navedenog, ostavljeno je malo prostora kako bi se minimalizirali ukupni troškovi, ali zadržale ključne funkcionalnosti sustava.

Aktivacija sustava ovisi o intenzitetu udara vozila. U slučaju da je udar toliko snažan da ima potencijal uzrokovati ozljedu vozača i/ili putnika, pokrenut će se automatska aktivacija sustava. Ako se ne pokrene automatska aktivacija sustava, sustav je moguće pokrenuti i ručno iz kabine vozila. Nakon što se sustav aktivira, generira se standardizirani minimalni skup podataka koji sadrži podatke poput: mjesta nesreće, trenutak nastupa nesreće, lokacija nesreće, koji operater je pružio uslugu prijenosa i opcionalni (dodatni) podaci.

Analiza sustava e-Poziva rađena je kako bi se ustanovilo je li moguće ovaj sustav proširiti kako bi pružao dodatnu funkcionalnost. Dodatna funkcionalnost predložena u ovom radu odnosi se na prikupljanje svih onih podataka koji bi pomogli prilikom analize prometne nesreće, odnosno koji bi omogućili eventualnu rekonstrukciju i utvrđivanje činjeničnog stanja na prometnici u svim fazama prometne nesreće.

Trenutno razvijani sustav e-Poziva bazira se na GSM pristupnoj tehnologiji s komutacijom kanala, te je ograničen po pitanju maksimalne količine podataka koja se može prenijeti do centra za zaštitu i spašavanje. Međutim, započela je rasprava o nadogradnji

sustava s UMTS i LTE pristupnim tehnologijama koje se baziraju na komutaciji paketa i IP *Multimedia Subsystem* arhitekturi. IMS e-Poziv trebao bi biti implementiran mnogo prije 2030. godine, te bi trebao omogućiti prijenos mnogo veće količine podataka, prijenos govora i podataka u isto vrijeme, te brži i pouzdaniji prijenos.

Provedenom analizom standardnog načina prikupljanja podataka za vrijeme očevida prometne nesreće utvrđeni su podaci koje trenutni sustav e-Poziva ne prikuplja, a teoretski ih je moguće prikupiti postojećim ili sustavima u razvoju. Neki od tih podataka su kretanje vozila u svim fazama nesreće, meteorološke prilike na prometnici, svjetlosna signalizacija na raskrižju, podaci o upravljanju prometom i sl.

Na temelju utvrđenih dodatnih podataka definirane su komponente koje bi trebale biti implementirane u vozila, te su definirane eksterne baze podataka kojima bi se trebalo pristupiti kako bi se prikupili svi relevantni podaci. Dodatni podaci, osim što bi trebali operaterima u centru za zaštitu i spašavanje bolje objasniti što se točno dogodilo, a s ciljem kako bi pravovremeno alarmirali adekvatne žurne službe, trebali bi biti proslijeđeni organizacijama funkcionalno nevezanim uz centar za zaštitu i spašavanje. Pod tim organizacijama podrazumijevaju se osiguravajuće kuće, odgovarajući prometni vještaci, sudovi i sl. institucije kojima bi prikupljeni podaci poslužili kao dokazni materijal.

S obzirom na ograničenja trenutnog sustava e-Poziva s komutacijom kanala, teško je očekivati implementaciju u ovom radu predstavljene funkcionalnosti prije nego se napravi unaprjeđenje sustava u vidu pristupnih tehnologija.

Literatura

- [1] HeERO Harmonized eCall European Pilot project, *Document no. D6.5 Implementation roadmap and guidelines for eCall deployment in Europe*, 2015, URL: http://www.heero-pilot.eu/ressource/static/files/heero_wp2_d2-2_functional_specification_final.pdf (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [2] Carroll, J., Seidl, M., Cuerden, R., Stevens, A.: *eCall Technical considerations regarding type-approval testing of eCall in-vehicle system*, EC Project Number SI2.671420. TRL Client Project Report CPR1868, 2014.
- [3] URL: http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/126200_126299/126267/13.00.00_60/ts_126267v130000p.pdf (pristupljeno: rujan 2016.)
- [4] URL: <http://www.qtc.jp/3GPP/Specs/26967-801.pdf> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [5] Matulin, M., Mrvelj, Š., Bošnjak, I.: *Defining System Requirements for New IP Based Incident Management Service – eCall*, Proceedings of the 21st Central European Conference on Information and Intelligent Systems, Varaždin, 2010.
- [6] HeERO Harmonized eCall European Pilot project, *Document no. D2.2 – eCall system functionalities' specification*, 2015, URL: <http://cordis.europa.eu/docs/projects/cnect/5/325075/080/deliverables/001-HeERO2D65eCallGuidelinesv11ICOORAres2222865.pdf> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [7] Żardecki, D., Pijanowski, B.: *Information in the motor vehicle safety system with the „e-Call“ function*, The Archives of Automotive Engineering, 2012.
- [8] Botezatu, C., Barca, C.: *Intelligent vehicle safety systems – eCall*, Jurnal of Information Systems & Operations Management, vol. 2, issue 2, p. 487-494, 2008.
- [9] Periša, M.: *Dinamičko vođenje i usmjeravanje slijepih i slabovidnih osoba u prometu*, doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2013.
- [10] Jeffrey, C.: *An Introduction to GNSS*, NovAtel Inc., 2010, URL: http://www.borealisprecision.com/pdf/An_Introduction_to_GNSS.pdf (pristupljeno: rujan 2016.)
- [11] Bažant, A., Gledec, G., Ilić, Ž., Ježić, G., Kos, M., Kunšić, M., Lovrek, I., Matijašević, M., Mikac, B., Sinković, V.: *Osnove arhitekture mreža*, Element, Zagreb, 2009.

- [12] URL: http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/122100_122199/122101/09.01.00_60/ts_122101v090100p.pdf (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [13] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
- [14] Gabler, H. C., Gabauer, D. J., Newell, H. L., O'Neill, M. E.: *Use of Event Data Recorder (EDR) Technology for Highway Crash Data Analysis*, NCHRP Web-Only Document 75 (Project 17-24): Contractor's Final Report, 2004.
- [15] Škrlec, J., Spudić, R.: *Novi pristup vještačenju prometnih nesreća – uporabom izabranog alata s praktičnom primjenom*, Zbornik radova: Dani hrvatskog osiguranja, Opatija, 2015.
- [16] Muštra, M.: *Separati i predavanja iz kolegija "Lokacijski i navigacijski sustavi"*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.
- [17] URL: http://www.furuno.com/en/gnss/technical/tec_dead (pristupljeno: rujan 2016.)
- [18] URL: http://ec.europa.eu/transport/themes/its/road/action_plan/doc/2013-urban-its-expert_group-guidelines-on-traffic-management.pdf (pristupljeno: rujan 2016.)
- [19] URL: http://www.cts.virginia.edu/wp-content/uploads/2014/05/PFS_TMC03_Task2.pdf (pristupljeno: rujan 2016.)
- [20] URL: <http://www.cross.cz/en/meteorological-systems/metis.html> (pristupljeno: rujan 2016.)
- [21] URL: http://www.eena.org/download.asp?item_id=162 (pristupljeno: rujan 2016.)

Popis kratica

ACK	(<i>Acknowledgement</i>) – potvrda.
AieC	(<i>Automatically Initiated eCall</i>) – oznaka za automatsku aktivaciju e-Poziva.
BSC	(<i>Base Station Controller</i>) – kontrolna bazna stanica.
BTS	(<i>Base Transceiver Station</i>) – primopredajna bazna stanica koja posjeduje antenske sustave za bežično povezivanje korisničke opreme s mrežom.
CEN	(<i>European Committee for Standardization</i>) – Europska standardizacijska organizacija.
CRC	(<i>Cyclic Redundancy Check</i>) – kod za detekciju pogreške.
DG	(<i>Driving Group</i>) – radna skupina.
DMZ	(<i>DeMilitarized Zone</i>) – zona s većim stupnjem sigurnosti.
eCall	(<i>emergency Call</i>) – žurni poziv, e-Poziv.
EDR	(<i>Event Data Recorder</i>) – elektronički uređaji u vozilima koji bilježe podatke o vozilima za vrijeme prometne nesreće.
EeIP	(<i>The European eCall Implementation Platform</i>) – Europska platforma za provedbu usluge e-Poziva.
EENA	(<i>European Emergency Number Association</i>) – Udruga europskog broja za izvanredne situacije.
EGNOS	(<i>European Geostationary Navigation Overlay Service</i>) – Europski satelitski bazirani augmentacijski sustav koji poboljšava određivanje pozicije.
ETSI	(<i>European Telecommunications Standards Institute</i>) – Europski institut za telekomunikacijske norme.
EU	Europska unija.
EUCARIS	(<i>EUropean CAR and driving license Information System</i>) – Europski informacijski sustav koji posjeduje podatke o registriranim vozilima.
GIS	Geografski Informacijski Sustav.
GLONASS	(<i>GLObal'naya NAvigatsionnaya Sputnikovaya Sistema</i>) – Ruski globalni satelitski navigacijski sustav.

GNSS	(<i>Global Navigation Satellite System</i>) – globalni satelitski navigacijski sustav.
GPS	(<i>Global Positioning System</i>) – globalni pozicijski sustav.
GSM	(<i>Global System for Mobile communication</i>) – mobilna komunikacijska tehnologija druge generacije.
HL-ACK	(<i>Higher Layer – Acknowledgement</i>) – potvrda višeg sloja.
ID	(<i>Identification</i>) – identifikacija.
IMS	(<i>IP Multimedia Subsystem</i>) – IP višemedijski podsustavi.
IMU	(<i>Inertial Measurement Unit</i>) – inercijski mjerni uređaj.
INS	(<i>Inertial Navigation System</i>) – inercijski navigacijski sustav.
ISDN	(<i>Integrated Services Digital Network</i>) – digitalna mreža integriranih usluga.
ITS	(<i>Intelligent Transportation System</i>) – inteligentni transportni sustavi.
ITS - CG	(<i>Intelligent Transportation System – Coordination Group</i>) – koordinacijska skupina za inteligentne transportne sustave.
IVS	(<i>In-Vehicle System</i>) – sustav u vozilu.
LTE	(<i>Long-Term Evolution</i>) – mobilna komunikacijska tehnologija četvrte generacije.
MGW	(<i>Media Gateway</i>) – medijski prilaz.
MieC	(<i>Manually Initiated eCall</i>) – oznaka za ručnu aktivaciju e-Poziva
MNO	(<i>Mobile Network Operator</i>) – mobilni mrežni operator.
MSC	(<i>Mobile Switching Centre</i>) – pokretni komutacijski centar.
MSD	(<i>Minimum Set of Data</i>) – minimalni skup podataka.
MSS	(<i>Multiprotocol Switched Services</i>) – uređaj koji obavlja komutaciju višeprotokolarnih usluga.
NACK	(<i>Negative Acknowledgement</i>) – negativna potvrda.
NAD	(<i>Network Access Device</i>) – pristupni mrežni uređaj.
PBX	(<i>Private Branch Exchange</i>) – privatna telefonska centrala.
PLMN	(<i>Public Land Mobile Network</i>) – javna zemaljska pokretna mreža.

PSAP	(<i>Public Safety Answering Point</i>) – centar za zaštitu i spašavanje.
PSTN	(<i>Public Switched Telephone Network</i>) – javna komutirana telefonska mreža.
RWIS	(<i>Road Weather Information System</i>) – informacijski sustav koji prikuplja podatke o meteorološkim uvjetima na određenoj prometnici.
SAD	Sjedinjene Američke Države.
TMC	(<i>Traffic Management Center</i>) – centar za upravljanje prometom.
TPS	(<i>Third Party Service provider</i>) – dodatni pružatelji usluga.
TRAU	(<i>Transcoder and Rate Adaptation Unit</i>) – adaptivna jedinica za generiranje koda.
TS12	(<i>Teleservice 12</i>) – oznaka za tele-uslugu žurnog poziva.
TTS	(<i>Text-To-Speech</i>) – pretvorba teksta u govor.
UE	(<i>User Equipment</i>) – korisnička oprema.
UML	(<i>Unified Modelling Language</i>) - standardni jezika za modeliranje.
UMTS	(<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>) – mobilna komunikacijska tehnologija treće generacije.
UMTS-PS	(<i>Universal Mobile Telecommunications System – Packet Switched</i>) – mobilna komunikacijska tehnologija treće generacije s komutacijom paketa.
VIN	(<i>Vehicle Identification Number</i>) – identifikacijski broj vozila.
VoIP	(<i>Voice over Internet Protocol</i>) – protokol za prijenos glasa preko Interneta.
V2I	(<i>Vehicle-to-Infrastructure</i>) – komunikacija između vozila i infrastrukture.
WSC	(<i>Wireline Switching Center</i>) – žični komutacijski centar.
3GPP	(<i>3rd Generation Partnership Project</i>) – međunarodna organizacija odgovorna za napredak i održavanje GSM standarda.

Popis ilustracija

Popis slika:

Slika 1. Dijelovi sustava e-Poziva	11
Slika 2. Komponente IVS podsustava	12
Slika 3. Moguća arhitektura telekomunikacijske mreže za e-Poziv s komutacijom kanala	14
Slika 4. Arhitektura centra za zaštitu i spašavanje.....	16
Slika 5. Uvjeti aktivacije sustava	19
Slika 6. Moguća rješenja za pristup dodatnom sadržaju.....	28
Slika 7. Tehnika računskog pozicioniranja.....	33
Slika 8. Osnovni princip rada integriranog GNSS i senzorskog sustava.....	33
Slika 9. Prikaz određivanja pozicije s integriranim sustavom i samostalnim GPS-om.....	34
Slika 10. Prikaz sučelja meteorološkog informacijskog sustava	35
Slika 11. Arhitektura proširenog <i>in-vehicle</i> sustava	37
Slika 12. Generička arhitektura proširenog sustava e-Poziva.....	38

Popis tablica:

Tablica 1. Format minimalnog skupa podataka	7
Tablica 2. Podaci očitani iz vozila.....	32

Popis dijagrama:

Dijagram 1. Funkcionalnosti sustava e-Poziv.....	18
Dijagram 2. Prijenos MSD iniciran iz vozila.....	21
Dijagram 3. Ponovno slanje MSD inicirano od strane operatera.....	22
Dijagram 4. Međudjelovanje komponenti sustava 1/2	23
Dijagram 5. Međudjelovanje komponenti sustava 2/2	25
Dijagram 6. Aktivnosti prilikom obrade e-Poziva	27
Dijagram 7. Slijed aktivnosti prilikom obavljanja očevida.....	30
Dijagram 8. Međudjelovanje komponenti proširenog sustava e-Poziva.....	39

METAPODACI

Naslov rada: Modeliranje sustava e-Poziva s integriranim novim svojstvima i primjenama

Student: Ivan Kontek

Mentor: izv. prof. dr. sc. Štefica Mrvelj

Naslov na drugom jeziku (engleski): Modelling of eCall System with Integration of New Features and Applications

Povjerenstvo za obranu:

- doc. dr. sc. Niko Jelušić predsjednik
- izv. prof. dr. sc. Štefica Mrvelj mentor
- dr. sc. Marko Matulin član
- prof. dr. sc. Hrvoje Gold zamjena

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: Zavod za informacijsko komunikacijski promet

Vrsta studija: diplomski

Studij: Promet (npr. Promet, ITS i logistika, Aeronautika)

Datum obrane diplomskog rada: 27. rujna 2016.

Napomena: pod datum obrane diplomskog rada navodi se prvi definirani datum roka obrane.



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih
znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski rad
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ diplomskog rada
pod naslovom **Modeliranje sustava e-Poziva s integriranim novim svojstvima i
primjenama**

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

Student/ica:

U Zagrebu, 19.9.2016

(potpis)