



Datum: 22.1.2018

PROJEKTNA NALOGA

VZPOSTAVITEV SISTEMA KOOPERATIVNIH ITS (C-ITS V2X) Z MIKROVALOVNO TEHNOLOGIJO (G5) NA ODSEKU POSTOJNA - DIVAČA

Kazalo

1	Uvod.....	2
2	Komunikacija v cestnem prometu	2
3	Predmet naročila	3
4	Tehnične specifikacije projekta.....	4
4.1	Oprema	5
4.1.1	Obcestne postaje (RSU)	5
4.1.2	Testna enota V2I v vozilu (on board unit, OBU)	6
4.2	Komunikacijski sistem med V2I nadzornim sistemom in RSU enotami	6
4.3	Nadzorno-krmilni sistem V2I	7
4.3.1	Koncentrator podatkov	7
4.3.2	Spletna aplikacija	8
5	Lokacija namestitve obcestne opreme	11
6	Aktivnosti	11
6.1	Testiranje	12
7	Standardi	12
8	Dodatne zahteve.....	13
8.1	Splošne zahteve	13
8.2	Zahteve aplikacijskih rešitev	14
9	Izvirna koda, dokumentacija in vzdrževanje.....	15
10	Garancija in vzdrževanje	15
11	Rok izvedbe projekta	16
11.1	Terminski plan C-Roads Slovenija	16
12	Prototip	16
12.1	Koncept prototipa.....	16
12.2	Prikaz prototipa	17
12.3	Vsebina prototipa	17
12.3.1	Grafični statični prikaz	17
12.3.2	Dinamični prikaz	17

1 Uvod

Z namenom izboljšanja prometne varnosti, pretočnosti prometa in posredovanja prometnih informacij v realnem času je potrebno neposredno vzajemno delovanje vozil in cestne infrastrukture. To vzajemno delovanje spada na področje kooperativnih inteligentnih prometnih sistemov (Cooperative Intelligent Transport Systems – C-ITS), ki bodo udeležencem v cestnem prometu in upravljavcem prometa omogočili izmenjavo in uporabo doslej nerazpoložljivih informacij ter usklajevanje ukrepov. To predstavlja skupek tehnologij, ki omogočajo vozilom, da se povežejo med seboj direktno ali preko infrastrukture (V2V, V2I, I2V) z namenom zaznavanja, deljenja in prejemanja prometnih podatkov.

Mobilni komunikacijski sistem vozilo-z-vozilom (V2V, imenovan tudi avto-z-avtom C2C) uporablja GPS sprejemnik, radio/anteno in procesno enoto v vozilu za posredovanje podatkov o stanju vozila, hitrosti, lokaciji in njegovem gibanju drugim vozilom, opremljenim s sistemom V2V, znotraj dosega 200 do 800 m. Sistem uporablja radijsko področje, rezervirano za ITS aplikacije, na 5.9 GHz. Sklope sistema, ki omogočajo komunikacijo in analiziranje teh podatkov imenujemo **OBU** (*ang. On Board Unit*). Vozilo podatke, ki jih sprejme, analizira in jih uporabi za opozorilo vozniku o možnih nevarnih situacijah. Opozorila se vozniku prenesejo na različne načine, npr. v obliki zvočnih opozoril, grafičnih simbolov na zaslonu potovalnega računalnika in vibracij sedeža ali volana.

Fiksni komunikacijski sistem vozilo-z-infrastrukturo (V2I, imenovan tudi avto-z-infrastrukturo C2I) uporablja radio/anteno in procesno enoto, ki je povezana v centralni sistem obveščanja. Sistem prav tako deluje na radijskem območju 5.9 GHz in ITS standard sporočil ter je tako kompatibilen z V2V/C2C sistemom. Sistem imenujemo **RSU** (*ang. Road Side Unit*) in primarno omogoča sporočanje preko podatkov o voznih razmerah prek RSU enot nameščenih na semaforjih, drugih cestno prometnih signalizacijah, opreme v predorih in na mostovih ter opreme na cestninskih postajah. Opozorila in obvestila se lahko nanašajo na prometne zamaške, omejitve hitrosti, zapore pasov, dela na cesti ali omejitve višine na mostovih in v predorih. Sekundarno sistem omogoča sledenje prometa in stanja vozil ter služi kot posrednik sporočil med vozili v V2V sistemu.

Kombinacija tehnologije V2V in V2I je pogosto imenovana V2X. Kot pomemben del tehnologije C-ITS predstavlja V2X temelj za izmenjavo informacij med vozili in infrastrukturo v prihodnosti.

V EU so standardizacijski organi ETSI, IEEE, ISO in SAE definirali več tehničnih specifikacij in standardov na področju pametnih transportnih sistemov (ITS), ki so navedeni v poglavju 7. Ti dokumenti določajo tehnologije, protokole in oblike sporočil, potrebne za delovanje aplikacij Cooperative ITS, ki so ključnega pomena za varnost. Na kratko sisteme, ki bazirajo na navedenih protokolih, označujemo kot **C-ITS G5** sisteme.

2 Komunikacija v cestnem prometu

Vzpostavitev omrežja v cestnem prometu predstavlja precejšen izziv, saj je okolje zelo dinamično.

ETSI specificira ITS G5 standard za Evropo in definira sledeča frekvenčna območja za komunikacijo:

1. ITS-G5A (5,875 GHz – 5,905 GHz) za komunikacijo varnostnih obvestil na napravah, ki ustrezajo evropskemu ITS-G5
2. ITS-G5B (5,855 GHz – 5,875 GHz) za komunikacijo drugih obvestil na napravah, ki ustrezajo evropskemu ITS-G5 standardu
3. ITS-G5D (5,905 GHz – 5,925 GHz) za komunikacijo med napravami, ki ustrezajo mednarodnem ITS standardu

V2X naprave so v obsegu signala infrastrukture le za kratek čas, zato je potreba po izboljšanju hitrosti povezovanja nujna. Kot rešitev temu IEEE 802.11p standard zahteva, da naprave v tem omrežju ne vzpostavijo tako imenovanega BSS (Basic Service Set) sistema in tako lahko začnejo s komunikacijo sporočil precej hitreje. Brez BSS tudi ni tako imenovane Master-Slave infrastrukture in vsaka V2X naprava postane samo točka v decentraliziranem omrežju (Ad-Hoc Network), ki lahko tako pošilja, kot sprejema. Avtentikacije med napravami ni in identifikacijska imena V2X naprav (BSSID) so poenostavljena.

Zaradi relativno kratkega dometa V2X tehnologije in prednosti decentraliziranega omrežja, lahko V2X naprave sporočila posredujejo drugim V2X napravam in s tem povečajo obseg dometa omrežja (postanejo usmerjevalniki).

V2X komunikacija poteka na popolnoma rezerviranem frekvenčnem omrežju in s tem zmanjšuje možnost interferenc drugih signalov. Poleg tega uporablja ožje, 75 MHz kanale, ki so za polovico ožji od 802.11a standarda in s tem zagotavljajo boljšo robustnost v nepredvidljivih cestnih okoljih.

Časovna sinhronizacija paketov poteka preko novega paketnega okvirja (Management Frame for Packet Advertisement), ki ga definira 802.11p. Edina referenca za sinhronizacijo je UTC (Coordinated Universal Time), zato mora vsaka naprava imeti dostop do točnega časa preko GPS sistema ali NTP strežnika.

Zaradi koordinacije posredovanja sporočil in zavedanja lastne lokacija, morajo paketi v ITS vsebovati geografski položaj in smer premikanja naprave. Ta se pridobi iz GPS (v primeru OBU in mobilne RSU enote) ali pa je definirana konstantno (v primeru fiksne RSU enote).

Varnost podatkov je zaradi manjkajočega BSS nična na transportnem nivoju, kar pomeni, da se naprave med seboj ne avtenticirajo in lahko sporočila bere in pošilja prav vsaka V2X naprava. Za varnost je poskrbljeno tako, da so sporočila iz naprav kriptirana s ključem, ki ga proizvajalcem vozil in upravljalcem cest izda odgovorna organizacija za Evropo (Certificate Authority). Sporočila opremljena brez takšnega ključa bodo v omrežju ignorirana, kar onemogoča pošiljanje lažnih sporočil.

3 Predmet naročila

Predmet naročila je izvedba projekta , ki predvideva vzpostavitev sistema C-ITS V2X z mikrovalovno tehnologijo G5 na odseku avtoceste A1 Koper - Lendava med Postojno in Divačo, v dolžini približno 30 km. Ta izvedba spada v okvir projekta »C-Roads Slovenija«.

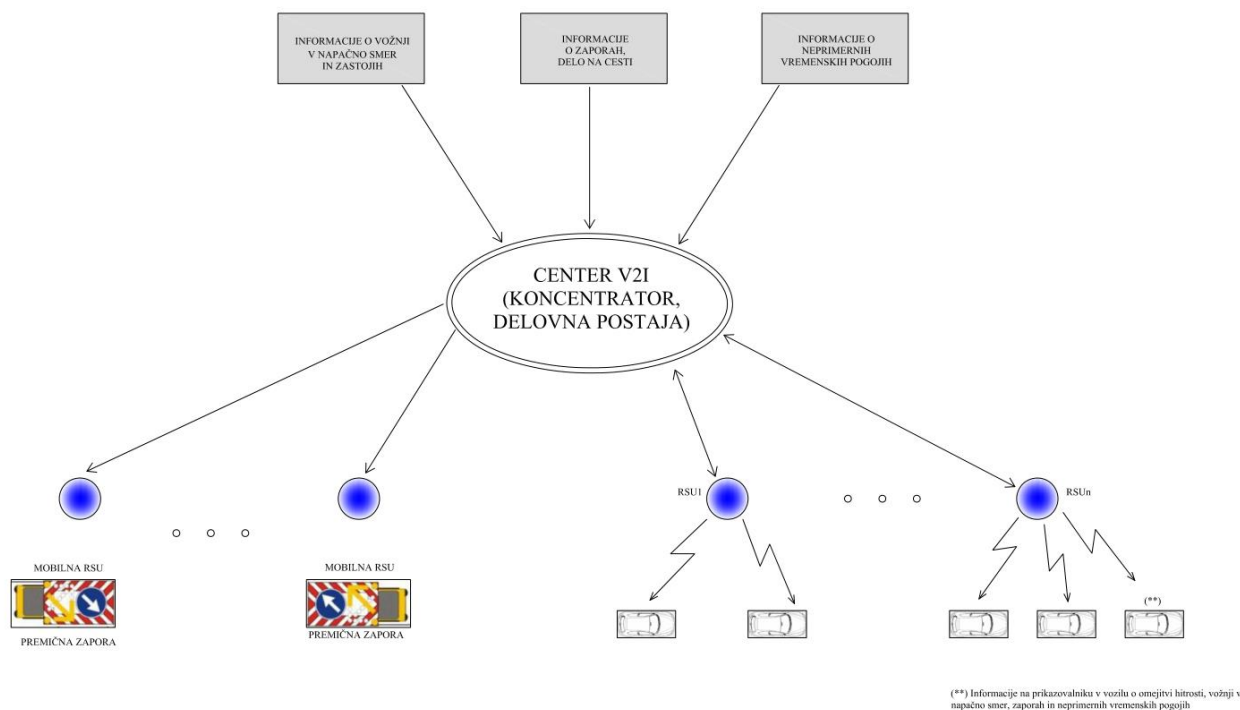
4 Tehnične specifikacije projekta

Projekt predvideva testno realizacijo naslednjih V2I / I2V aplikacij:

- opozarjanje vozil o zastoju (opozorilo o počasnih ali mirujočih vozilih in bližajočem se prometu)
- opozarjanje vozil o nesreči,
- opozorilo o nasproti vozečih vozilih
- opozarjanje vozil o delu na cesti (tudi preko mobilne informacijske table),
- opozarjanje vozil o oviri na cesti,
- opozarjanje vozil o izrednih vremenskih razmerah (megla, sneg, poledica, močne padavine),
- zbiranje anonimiziranih informacij iz vozil,
- zbiranje informacij o bližanju interventnega vozila na nujni vožnji,
- zbiranje informacij o nenadnem močnem zaviranju.

Oprema, ki bo nameščena na tem odseku, bo naslednja:

- 10 x obcestna RSU postaja za V2I komunikacijo, od tega:
 - 9 x fiksna postaja na obstoječi infrastrukturi,
 - 1 x mobilna postaja na obstoječi cestni informacijski prikolici.
- komunikacijski sistem za komunikacijo z RSU,
- centralni sistem za upravljanje z RSU,
- vsaj 3 testne OBU enote s prikazom sporočil.



4.1 Oprema

4.1.1 Obcestne postaje (RSU)

Obcestna postaja je inteligentna enota za komunikacijo med vozilom in infrastrukturo. Deluje po ETSI G5 standardih (EN 302 637).

Lastnosti obcestne postaje so naslednje:

- delovanje na ITS zaščitenem frekvenčnem pasu 5.9 GHz z dvema antenama,
- GPS sprejemnik za določitev lastne lokacije (za mobilno RSU),
- sinhronizacija časa preko GPS ali NTP strežnika,
- priključki ethernet, CAN, digitalni vhodi (vsaj 2), izhodi (vsaj 2),
- komunikacija: preko optike ali GPRS/UMTS sistema (za mobilno RSU),
- ohišje IP54,
- ustreznost standardom, navedenim v poglavju 7,
- reža za microSD kartico (za kriptografski ključ),
- Programska oprema mora zaradi zagotavljanja robustnosti biti pisana po MISRA:C 2012 standardu,
- RSU napravo mora zaradi zagotavljanja hitrosti in odzivnosti poganjati operacijski sistem, ki deluje v realnem času (real-time operation system),
- temperaturno območje delovanja od -30 do +55°C.

RSU-ji morajo biti nameščeni na obstoječo infrastrukturo DARS. Mikrolokacije izvajalec določi tako, da je omogočena čim boljša pokritost z V2I signalom. Napajanje se izvede iz obstoječih odjemnih mest, skladno s predpisi in v soglasju z DARS in systemskega operaterja prenosnega omrežja (SOPO).

RSU morajo zagotavljati naslednje funkcije:

- pošiljanje DENM sporočil, ustrezno aplikaciji,

- zbiranje in anonimizacija CAM sporočil iz vozil (uporabljena mora biti metoda anonimiziranja, ki je v skladu z direktivo 95/46/EC oz. tisto, ki bo veljavna v času izvedbe),
- komunikacija s strežnikom V2I,
- distribucijo V2X sporočil med vozili, kot usmerjevalnik sporočil,
- časovna sinhronizacija sistema,
- lokalno avtonomno delovanje (v primeru mobilne naprave).

Mobilni RSU mora imeti **vmesnik**, ki zbira podatke o trenutnem prikazu na prikazovalniku (prikolici). Če je na prikazovalniku prikazan nek znak (npr. zastoj), mora RSU avtonomno začeti oddajati ustrezno DENM sporočilo (npr.: nevarnost-zastoj), tudi če komunikacija s centrom ni vzpostavljena. Po vzpostavitvi komunikacije s centrom ima center prioriteto in lahko sporočilo spremeni ali prekliče.

4.1.2 Testna enota V2I v vozilu (on board unit, OBU)

OBU enota je inteligentna enota za komunikacijo med vozili in infrastrukturo, ki je vgrajena v vozilo. Deluje po ETSI G5 standardih (EN 302 637). OBU enota bo služila za testiranje sistema.

Lastnosti OBU enote so naslednje:

- delovanje na ITS zaščitenem frekvenčnem pasu 5.9 GHz z dvema antenama,
- GPS sprejemnik za določitev lastne lokacije in sinhronizacijo časa,
- priključki ethernet, CAN, digitalni vhodi (vsaj 2), izhodi (vsaj 2),
- komunikacija: preko optike ali GPRS (za RSU),
- napajanje: prilagojeno vgradnji v avtomobil (12 V dc),
- Možnost MicroSD kartice za kriptografski ključ,
- OBU naprava mora zaradi zagotavljanja hitrosti in odzivnosti poganjati operacijski sistem, ki deluje v realnem času (RTOS - real time operating system),
- mora imeti primeren prikazovalnik velikosti vsaj 15 cm (diagonala), ki prikazuje sporočila iz RSU enot in drugih V2X virov,
- omogočati mora enostavno rokovanje,
- temperaturno območje delovanja od -30 do +55°C.

OBU je z zunanjo anteno nameščen v testno vozilo za terensko testiranje komunikacije med RSU in OBU enotami. Testira se doomet in zanesljivost komunikacije.

OBU mora zagotavljati naslednje funkcije:

- oddajanje CAM sporočil,
- sprejemanje, analiziranje in prikaz DENM sporočil,
- sprejemanje, analiziranje in prikaz IVI sporočil,
- prikaz položajev RSU naprav na zaslonu,
- prikaz opozorilnih sporočil iz RSU naprav na zaslonu računalnika, tablice ali telefona.

4.2 Komunikacijski sistem med V2I nadzornim sistemom in RSU enotami

Komunikacijski sistem mora omogočati hiter in zanesljiv prenos informacij med RSU in V2I nadzornim sistemom. Uporabljati mora obstoječo infrastrukturo DARS.

Na trasi je obstoječe optično omrežje. Detajli priključitve optične opreme se uskladijo z odgovornimi službami DARS v fazi izdelave tehnološkega elaborata.

Aktivno optično opremo sestavljajo upravljana L2 optična stikala z naslednjimi karakteristikami:

- vsaj 6 ethernet LAN portov + 2 optična porta,
- podpora VLAN,
- upravljanje pasovne širine, QoS,
- podpora redundantni "ring" konfiguraciji z avtomatsko rekonfiguracijo topologije v primeru izpada ene povezave v času pod 100 ms,
- oddaljeno upravljanje preko web vmesnika,
- vsaj 1 relejski izhod (uporabljen za daljinski reset RSU).

Mobilna obvestilna tabla je nameščena na prikolico tovornjaka DARS. Komunikacija z njo je možna le preko mobilnega sistema. Uporabi naj se mobilni prenos podatkov mobilnega operaterja, s katerim ima DARS že sklenjeno pogodbo. SIM kartico zagotovi DARS.

Izvajalec skupaj z odgovornimi službami DARS poskrbi za uskladitev prenosa podatkov iz navideznega privatnega omrežja (lasten GPRS kontekst "dars.si") do strežnika V2I.

Mobilni RSU mora zagotavljati enako funkcionalnost kot fiksne RSU, z nekoliko višjo latenco zaradi drugačnega načina komunikacije.

4.3 Nadzorno-krmilni sistem V2I

Glavni segment nadzorno-krmilnega sistema je koncentrador podatkov V2I, ki skrbi za:

- časovno sinhronizacijo vseh naprav v sistemu (RSU),
- prenos sporočil iz klienta do RSU,
- logično formiranje sporočil glede na lokacijo RSU,
- prenos podatkov o vozilih iz RSU,
- shranjevanje podatkov iz vozil v SQL bazo podatkov,
- prenos in obdelavo podatkov iz podatkovnih virov.

4.3.1 Koncentrador podatkov

Koncentrador podatkov se namesti kot virtualna naprava. Predmet postavitve opreme je tudi fizični strežnik in konfiguracija sistema za virtualizacijo. Izvajalec mora strežnik dobaviti in konfigurirati. Koncentrador podatkov in spletna aplikacija morata teči na ločenih virtualnih strežnikih.

- platforma mora biti vsaj 2 procesorska, ki temelji na Intel tehnologiji;
- imeti mora modul IPMI za neodvisno oddaljeno upravljanje strežnika (kot npr. HPE iLO, Dell DRAC,...) z aktiviranimi licencami za oddaljeno konzolo in overjanjem (avtentikacijo) preko LDAP;
- vgrajeni morajo biti vsaj 2x 1GbE mrežni vmesnik;
- možnost vgradnje vsaj 8 diskov;
- vgrajen RAID krmilnik z vsaj 1GB FBWC in podporo za RAID 0, 1, 5, 6, 10;
- konfiguracija diskov mora imeti vsaj en disk redundance (npr. RAID5) in enim diskom v pripravi (hot-spare) za avtomatsko obnovitev RAID polja v primeru odpovedi diska. Zamenjave diskov se morajo izvajati pri polnem delovanju strežnika (hot-swap);

- vgrajeni diski morajo biti najmanj SAS 10k;
- možnost vgradnje vsaj dveh dodatnih PCIE kartic;
- strežnik mora biti v rack ohišju višine največ 2RU;
- strežnik mora imeti podvojene napajalnike, ventilatorje, ki morajo biti v primeru odpovedi zamenljivi brez ugašanje;
- Garancija vsaj 3 leta v režimu NBD (next business day), pri stranki na lokaciji za vse dele strežnika;

Koncentrator podatkov zajema podatke iz podatkovnih virov, jih ustrezno obdelava in pošilja na V2I RSU enote preko komunikacijskega sistema. Obdelava podatkov zajema:

- določitev ustreznega tipa sporočila (DENM, IVI),
- določitev vsebine sporočila glede na lokacijo RSU postaje (preračun oddaljenosti dogodka, ustrezna omejitev hitrosti),
- določitev prioritete sporočila glede na obstoj več različnih dogodkov (npr. v primeru zapore in omejitve se pošilja le zapora).

Zajem podatkov iz zunanjih podatkovnih virov omogoča **avtomatsko** generiranje V2I sporočil, brez posredovanja operaterja. Koncentrator podatkov zajema podatke iz obstoječih sistemov v nadzornem centru Kozina o:

- zaustavljenih vozilih,
- vozilih, ki vozijo v napačno smer,
- znakih za delo na cesti, nesrečo, oviro,
- podatkih iz cestno vremenskih postaj.

Obstoječi sistemi te podatke pridobijo avtomatsko (npr. preko video detekcijskega ali senzorskega sistema) ali ročno (preko SCADA sistema), V2I koncentrator pa se s temi sistemi poveže, podatke prenese, jih ustrezno obdelava in prenese na lokacijsko prave RSU enote.

4.3.2 Spletna aplikacija

Spletna aplikacija se namesti na virtualiziran strežnik v nadzornem centru Kozina. Omogočala bo naslednje funkcije:

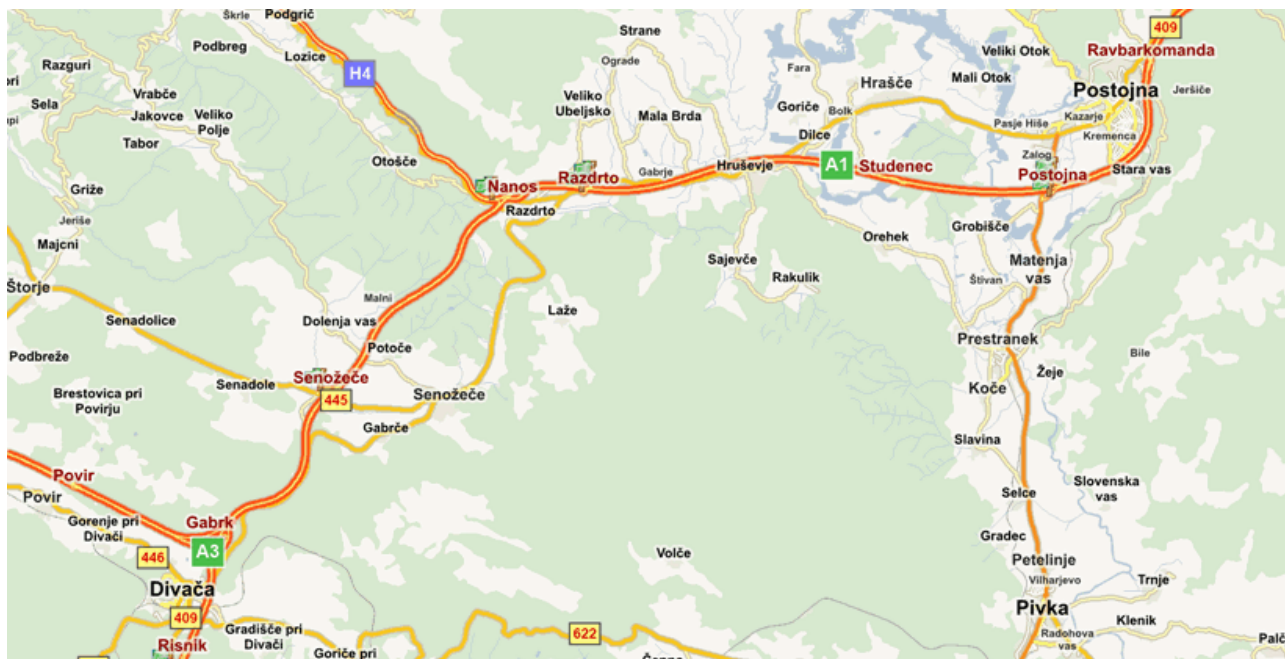
- grafični prikaz trase, ki jo bo pokrival projekt,
- pregled nad RSU enotami (status enote, katera sporočila pošilja, katera V2I vozila vidi),
- ročna aktivacija DENM sporočil za določene RSU enote,
- ročno testiranje IVI in MaP/SPaT sporočil,
- avtomatsko posredovanje sporočil iz drugih sistemov,
- pregled arhiva sporočil,
- pregled statistike povezanih vozil.

Spletna aplikacija bo dostopna preko naročnikovega IP omrežja več uporabnikom hkrati (do 20 uporabnikov naenkrat), ne glede na njihovo lokacijo. Povezljivost preko požarnih zidov zagotovi naročnik.

Aplikacija mora omogočati tudi način vnosa dogodka, kjer operater izbere določen odsek, tip dogodka in prometne pasove (če je to potrebno), aplikacija pa potem sama določi, kakšna sporočila bo pošiljala in na katere RSU enote jih bo poslala.

5 Lokacija namestitve obcestne opreme

Namestitev obcestne opreme (RSU) je predvidena na odsekih med Postojno in Divačo.



RSU-ji morajo biti nameščeni na obstoječo infrastrukturo DARS (SPIS, CVP...). Mikrolokacije določi izvajalec v sklopu izdelave tehnološkega elaborata skladno s specifičnimi pogoji okolja in tehnologije ter obstoječo infrastrukturo (električno napajanje, prenos podatkov, nosilnost konstrukcij...).

6 Aktivnosti

Aktivnosti, ki jih mora izvajalec izvesti, so naslednje:

- razvoj testnega sistema, ki bo ustrezal obstoječi komunikacijski infrastrukturi in protokolom,
- dobava vse opreme za izvedbo testnega sistema,
- namestitev in priklop testnega sistema z vso potrebno opremo,
- testiranje in optimizacija dosega V2I sporočil (postavitev in usmeritev anten),
- testiranje pokritosti signala,
- testiranje hitrosti prenosa sporočil med točkami
 - mobilna postaja (RSU)
 - obcestna postaja (RSU)
 - vozilo (OBU)
- testiranje zbiranja anonimiziranih podatkov iz vozil (preko CAM sporočil),
- zbiranje podatkov iz drugih sistemov in avtomatsko generiranje sporočil za nevarnost (DENM),
- pridobivanje ustreznih certifikatov in testiranje kriptiranja sporočil (ko bo sklenjen evropski dogovor o načinu enkripcije in bo možno dobiti ustrezne certifikate),
- izdelava končnih poročil in dokumentacije,
- usklajevanje s platformo C-Roads (udeleževanje konferenc in sestankov).

Vse funkcije, določene v poglavju 6, mora izvajalec demonstrirati naročniku in izdelati ustrezne zapisnike. Zapisniki so del zaključne dokumentacije. V dokumentaciji se navede tudi, kakšne so prednosti in slabosti ITS-G5 sistema glede na rezultate testiranja.

Dokumentacija naj glede na izkušnje, pridobljene pri testiranju, poda realno oceno sposobnosti V2X ITS-G5 tehnologije.

6.1 Testiranje

Eden ključnih korakov pri uvajanju projektne rešitve je kvalitetno in celovito testiranje. Izvajalec, mora predvidene postopke jasno opredeliti. Izvajalec mora:

- pripraviti načrte testiranja in vse testne postopke, testne podatke ter poročila o izvedenem testiranju
- preden se izvede skupno testiranje z naročnikom mora izvajalec izvesti vse teste v svoje okolju in le te ustrezno dokumentirati
- skupaj z naročnikom izvesti teste ustreznosti in po dogovoru tudi obremenilne teste
- izvesti interoperabilnostne teste s sistemi v drugih državah, ki so vključeni v projekt C-Roads.

Po testiranju mora izvajalec obravnavati ugotovitve in za morebitne napake izvesti vse ustrezne popravke pred prehodom v produkcijo.

Testiranje mora zajeti vse aktivnosti, opisane v točki 6.

Vsa dokumentacija testiranja se preda tudi naročniku.

7 Standardi

Izvajalec mora pri izvedbi projekta upoštevati naslednje standarde:

- Krovni komunikacijski standard IEEE 802.11p, ki v grobem definira frekvenčno območje in razlike med osnovnim 802.11 brezžičnim omrežjem (WiFi)
- Tehnična specifikacija ETSI TS 102 894-2, ki definira osnovno nomenklaturo terminov ITS sistemov
- Tehnična specifikacija ETSI TS 102 637-1, ki definira sklop zahtev, tehnologij in protokolov, ki predstavljajo delovanje ITS G5 naprav
- Tehnična specifikacija ETSI TS 102 636-4-1, ki definira geolokacijsko odvisnost in zavedanje (GeoNetworking)
- Tehnična specifikacija ETSI TS 103 097, ki definira varnost sporočanja in načine kriptiranja
- Evropski standard ETSI EN 102 637-2, ki definira obliko medsebojnega sporočanja prisotnosti in stanju (Cooperative Awareness Basic Service)
- Evropski standard ETSI EN 102 637-3, ki definira decentralizirano obveščanje o okolju in razmerah (Decentralized Environmental Notification Basic Service)
- Evropski standard SAE J2735 V1.0 REG D, ki definira obveščanje o cestni topologiji trenutnem stanju semaforizirane infrastrukture (MAP in Signal Phase and Timing)
- Tehnična specifikacija ISO/TS 19321:2015, ki definira sporočila med ITS sistemom in drugimi sistemi v vozilih (In-Vehicle-Information)

Standardi za sporočila:

- ETSI EN 302 637-2 (CAM)
- ETSI EN 302 637-3 (DENM)
- ISO TS 19321:2015 (IVI – še ni sprejet na EU nivoju, predvideno v 2017)
- SAE J2735 V1.0 REG D (MAP/SPaT – še ni sprejet na EU nivoju, predvideno v 2017)

Izvajalec se mora držati tudi naslednjih smernic in navodil:

- Smiselno se upošteva dokumentacija za izvedbo projekta C-ROADS (harmoniziran profil v izdelavi),
- Smiselno se upoštevajo smernice ECo-AT Release 3 (European Corridor – Austrian Testbed for Cooperative Systems, version 3.00 (SWP 2.1 – 3.7)).

8 Dodatne zahteve

8.1 Splošne zahteve

Pri izvedbi projekta je potrebno upoštevati tudi naslednja načela in zahteve naročnikov:

- Pri poseganju v obstoječo infrastrukturo ne sme spreminjati funkcionalno delovanje le te oz. poslabšati tehnično stanje obstoječe opreme.
- Vse priklope na napajanje in na komunikacijske vode izvede izvajalec.
- Ves potreben material za namestitev opreme zagotovi izvajalec.
- Izvajalec je dolžan proučiti dejanske razmere na terenu in tem prilagoditi projektne rešitve.
- Pri zasnovi je potrebno upoštevati ustrezne gradbene, tehnične in ekonomske vidike.
- Projekt mora ustrezati zahtevam o varovanju okolja ter pogojem uporabnosti in trajnosti zasnovane opreme.
- Sistem mora biti zgrajen na osnovi veljavnih standardov, predpisov in smernic za te sisteme v Sloveniji ter na osnovi le-teh tudi atestiran. Če teh ni, pa po veljavnih evropskih predpisih.
- Oprema mora biti zasnovana tako, da bo zagotovila varno in funkcionalno obratovanje v primeru normalnih prometnih in vremenskih razmer in izrednih dogodkov.
- Projekt naj bo zasnovan tako, da ga bo možno izvesti s čim manjšim vplivom na druge sisteme in okolje.
- Predviden sistem ne sme biti moteč za delovanje sistema ECS-PPT.
- Stroški morebitnih zapor so na strani naročnika.
- Izvajalec mora zagotoviti tudi testno vozilo za zbiranje anonimiziranih informacij iz vozil in testiranje podatkov v vozilu.
- Mobilna RSU oprema se namesti na DARSovo prikolico oz. vozilo namenjeno za postavitve zapor.
- Izvajalec pred izvedbo del na AC podpiše pisni sporazum o varstvu pri delu.
- Izvajalec pred pričetkom del podpiše izjavo o varovanju informacij.
- Izvajalec izvede šolanje oz. usposabljanje uporabnikov za upravljanje in vzdrževanje sistemov.
- Izvajalec mora dobaviti in montirati vso opremo v skladu s ponudbenim predračunom in izvesti vsa potrebna dela za funkcionalno delovanje opreme.
- Izvajalec mora izvesti vse potrebne električne in optične meritve.

8.2 Zahteve aplikacijskih rešitev

V prvi vrsti se od izvajalca pričakuje, da bo pri razvoju aplikativne programske opreme zagotovil način kontroliranega razvoja, testiranj, implementacije in kasneje morebitnega vzdrževanja, vse to po načelu uporabe dobrih praks. Še posebno pozornost pa je potrebno posvetiti varnosti na vseh segmentih in s tem skladnost rešitev s standardi in dobrimi praksami na področju ITK rešitev (npr. zbir dobrih praks ITIL).

Iz navedenega naročnik v prvi fazi postavlja nekaj osnovnih zahtev in sicer :

- Izvajalec mora upoštevati, da je pri razvoju aplikativnih rešitev zaželena uporaba sodobnih integriranih razvojnih orodij, katera med drugim predvidevajo projektni pristop k razvoju rešitev, s tem pa omogočajo objektno usmerjeno programiranje, možnost programiranja v različnih programskih jezikih, sprotno razhroščevanje rešitve, itn.
- Izvajalec mora zagotoviti modularno (objektno) in s tem fleksibilno izdelane aplikativne rešitve, naročniku pa tako omogočiti, da je v prvi fazi izvedba in integracija dodatnih funkcionalnosti hitra, performančno optimalna predvsem pa, da je pri upravljanju in nadgradnji rešitev povsem neodvisen.
- V okviru zahtevane modularnosti razvitih rešitev morajo le te naročniku zagotoviti tudi najvišjo možno stopnjo parametrizacije, kar v praksi pomeni možnost naročnika za prilagajanje funkcionalnosti in pravic aplikativne rešitve glede na lastne potrebe
- Pri varnosti aplikativne rešitve je potrebno pripraviti ustrezno politiko gesel, uporabo varnih načinov in protokolov komunikacije ter varno izvajanje procedur za dostope do podatkov
- Pri razvoju rešitev naj izvajalci v največji možni meri uporabljajo sodobne, neodvisne in odprte tehnološke standarde. Pri čemer velja da so odprti standardi:
 - dobro dokumentirani in v celoti dostopni naročniku
 - lahko jih prosto implementiramo brez ekonomskih, političnih in pravnih omejitev glede same implementacije in uporabe
 - standardizirani in jih vzdržujejo odprte neprofitne organizacije v odprtih procesih
- Metodologija razvoja programske opreme ni izrecno predpisana, mora pa izvajalec v tehničnem elaboratu navesti katero metodologijo bo uporabljal in kateri izdelki poleg že navedenih in zahtevanih v sklopu naročila bodo rezultat razvoja.
 - Izvajalec mora imeti zagotovljene in uveljavljene postopke obvladovanja sprememb, kjer je pričakovano vodenje evidence sprememb, kot tudi njihovo ustrezno označevanje in dokumentiranje (spremembe baznih objektov, spremembe aplikacije, spremembe dokumentacije,..)
 - Za vse nameravane spremembe ki jih izvajalec predvideva ali načrtuje tekom razvoja mora obvestiti naročnika in od njega dobiti potrditev
 - V kolikor izvajalec načrtuje, da bo rešitev predvidevala posege širše od predvidenega okolja, mora o načinu in pogojih izvedbe le teh pridobiti potrditev naročnika, sicer mora iskati alternativno rešitev.

9 Izvorna koda, dokumentacija in vzdrževanje

Celotna izvorna koda posameznih aplikativnih rešitev je v lasti naročnika in jo mora izvajalec predati naročniku ob zaključku posameznih nalog oz. ob zaključku vseh nalog ali pred iztekom pogodbe. Poleg izvirne kode morajo biti predana vsa gesla in tudi vsi morebitni elementi, ki jih je izvajalec kupil na trgu ali dodatno razvil in so del rešitve, kot na primer določene knjižnice, gonilniki, kodirni in dekodirni, kodeki...

Izvajalec mora za obcestno opremo izdelati projektno in spremljajočo dokumentacijo (PZI, PID in NOV), ki jih mora predložiti v potrditev nadzoru.

K izdelavi celotnega projekta spada tudi:

- tehnična dokumentacija posamezne aplikativne rešitve, katera zajema
 - Standardno dokumentacijo izvirne kode
 - Dokumentacijo postopkov in algoritmov, kateri zajemajo predvsem poslovno logiko in delovne tokove
 - Dokumentacijo programskih vmesnikov (modulov)
 - Diagrame odvisnosti med programskimi vmesniki in sistemi
 - Dokumentacijo vmesnikov (spletne storitve, povezovalni vmesniki,...)
 - Dokumentacijo uporabljenih programskih komponent (lastno razvite, odprtokodne ali kupljene)
 - Dokumentacijo XML shem v kolikor se uporabljajo
 - Osnovno shemo namestitve in podrobna navodila za namestitve v okolje naročnika
- Dokumentacijo o sistemskih nastavitvah vseh elementov sistema (podatkovne baze, varnostni mehanizmi, aplikativni strežniki, postopki izdelave varnostnih kopij, ...)
- Namestitveno shemo s konkretnimi podatki o strojni in programski opremi v naročnikovem okolju
- Načrte testiranja, testne postopke, testne podatke ter poročila o izvedenem testiranju
- splošna navodila, ki zajemajo
 - Navodila za uporabnike
 - Navodila za administratorje

Ponudnik mora v okviru projekta izdelave posameznih orodij zagotoviti tudi osnovno izobraževanje za administratorje in uporabnike, ki je vključeno v ponudbeno ceno in se posebej ne zaračuna.

Dokumentacija mora biti predana v tiskani in elektronski verziji. Elektronsko obliko je potrebno oddati na CD-ju (grafični del v dwg in pdf formatu, tekstualni del v doc, xlsx in pdf formatu). Za standardno in spremenljivo prometno signalizacijo mora biti izdelana enotna situacija prometne ureditve za oba celotna obravnavana odseka, vključujoč predore in pokrite vkope.

10 Garancija in vzdrževanje

Garancijski čas vgrajene opreme in sistema mora biti 1 leto.

Izvajalec bo brezplačno in v razumnem roku odpravil napake v delovanju sistema, ki jih bo naročnik odkril v času 12 mesecev od prevzema le te.

Vzdrževanje opreme se izvaja za celoten čas trajanja projekta in za čas trajanja garancijske dobe opreme.

V kolikor naročnik v garancijski dobi ugotovi, da kvaliteta storitev ne ustreza zahtevam, se ponudnik zavezuje k vzpostavitvi zahtevanega nivoja kvalitete z dejavnostmi, ki za naročnika ne bodo predstavljale dodatnih stroškov.

11 Rok izvedbe projekta

Projekt bo izveden v štirih fazah, z naslednjimi časovnimi okviri:

1. Faza (1 mesec od podpisa pogodbe): Izvajalec izdelava Tehnološki elaborat, ki ga potrjuje Naročnik.
2. Faza (6 mesecev od uvedbe v delo): Namestitev opreme, vzpostavitev komunikacij, namestitev programske opreme v centru Kozina.
3. Faza (6 mesecev po zaključku 2 faze): Testiranje, odprava napak, izdelava poročil in dokumentacije.
4. Faza (v skladu s terminski planom izvedbe projekta C-Roads Slovenija): Usklajevanje v okviru projekta C-Roads.

11.1 Terminski plan C-Roads Slovenija

Pričetek aktivnosti	30/06/2017
Usklajen komunikacijski profil C-ITS-G5 storitev	30/12/2017
Revidiran komunikacijski profil C-ITS-G5 storitev	30/06/2018
C-Roads-SI C-ITS G5 infrastruktura postavljena	30/06/2018
C-Roads-SI C-ITS G5 infrastruktura operabilna	31/12/2018
C-Roads-SI C-ITS G5 aplikacija zaključek aktivnosti	31/12/2019

12 Prototip

12.1 Koncept prototipa

Ponudnik mora v ponudbi predložiti koncept prototipa v opisni obliki, ki bo predstavljal podlago za prototipno aplikacijo. Koncept mora vsebovati opis prototipa, ki zajema zahteve iz vsebine prototipa:

- sliko trase avtoceste ali hitre ceste na podlagi katere bo prikazan prototip;
- opredelitev radijskega dosega RSU
- opredelitev oddanih sporočil, ki jih bo prikazoval v prototipu (vsaj 5 od naštetih informacij v točki 12.3.2)
- opredelitev avtomatskega scenarija, ki je zahtevan v točki 12.3.2
- opredelitev ostalih funkcij, ki bodo prikazane v prototipu.

12.2 Prikaz prototipa

Ponudnik mora na podlagi koncepta prototipa izdelati prototipno aplikacijo. Prototipna aplikacija naj bo predana v elektronski obliki na ustreznem mediju (CD, USB...), kot namestitvena datoteka, brez kakršnihkoli omejitev (časovnih, licenčnih itd.) glede inštalacije ali izvajanja prototipne aplikacije na različnih računalnikih.

Ponudnik mora na poziv naročnika predstaviti delovanje prototipa. Prototipno aplikacijo pregleda komisija, sestavljena s strani naročnika. Za pozitivno oceno prototipne aplikacije mora ta izpolnjevati vsa merila, navedena v nadaljevanju. Ponudba, ki ne dobi pozitivne ocene prototipne aplikacije, ne šteje kot veljavna.

12.3 Vsebina prototipa

12.3.1 Grafični statični prikaz

Prototip grafično prikazuje traso avtoceste ali hitre ceste. Prikaz mora vključevati:

1. Traso avtoceste na zemljevidu (zemljevid naj prikazuje oznake morebitnih večjih krajev, uvozov in izvozov na avtocesto, vodotoke, predore ...),
2. Simbolični prikaz infrastrukture iz katere se bodo prenašali signali
3. Simbolični prikaz lokacij RSU
4. Okviren prikaz radijskega dosega posameznih RSU

12.3.2 Dinamični prikaz

Prototip na grafični podlogi z uporabo ikon in drugih grafičnih elementov mora prikazovati vsaj 5 od spodaj naštetih informacij:

1. Prikaz oddajanja sporočil na različnih RSU s piktogrami
2. Prikaz oddajanja sporočila o megli
3. Prikaz oddajanja sporočila o poledici
4. Prikaz oddajanja sporočila o nesreči
5. Prikaz oddajanja sporočila o oviri
6. Prikaz oddajanja sporočila o koloni
7. Prikaz oddajanja sporočila o delu na cesti
8. Prikaz oddajanja sporočila o stoječem vozilu
9. Prikaz oddajanja sporočil o predmetu ali pešcu na cesti
10. Prikaz oddajanja sporočila o počasnem vozilu
11. Prikaz oddajanja sporočila o omejitvah hitrosti (80,100,120)
12. Prikaz CAM sporočil za vsaj 10 avtomobilov, opremljenih z V2X sistemom
13. Prikaz mobilne RSU enote s spreminjanjem lokacije

Prav tako mora prikazati avtomatski scenarij za nesrečo na nekem odseku, kjer RSU enote delujejo sinhronizirano: prva v smeri vožnje pošilja omejitev 100 km/h, naslednja 80 km/h, zadnja 60 km/h in dodatno obvestilo o nesreči.