

# C-ITS kot inteligentni sopotnik

**Klemen Pečnik, Žana Juvan**

*Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Tržaška cesta 25, 1000 Ljubljana, Slovenija  
E-pošta: klemen.pecnik@fe.uni-lj.si*

**Povzetek.** Sodobna mobilnost se sooča z vse bolj zapletenimi izzivi, kot so prometni zastoji, visoke emisije toplogrednih plinov, povečano število prometnih nesreč in neučinkovito posredovanje obstoječih kakovostnih informacij udeležencem v prometu. Kooperativni inteligentni prometni sistemi (C-ITS) so celovita tehnološka rešitev, ki omogoča napredno povezovanje vozil, infrastrukture in drugih deležnikov v prometnem ekosistemu ter pravočasno in kontekstualno obveščanje uporabnikov o trenutnih prometnih razmerah. Rešitve temeljijo na uporabi različnih komunikacijskih protokolov, podprtih z varnostnimi mehanizmi in standardi, ki zagotavljajo zanesljivo in interoperabilno izmenjavo podatkov.

V Sloveniji se področje C-ITS aktivno razvija skozi različne projekte, pobude in infrastrukturne nadgradnje, med katerimi izstopajo nacionalno C-ITS vozlišče, Nacionalna točka dostopa do prometnih podatkov ter digitalna orodja, kot sta aplikaciji Promet+ in SiMO, ki uporabnikom omogočajo dostop do informacij v realnem času in podpora pri načrtovanju poti. C-ITS ima velik potencial za izboljšanje varnosti, pretočnosti in trajnostnega upravljanja mobilnosti, zlasti ob celostni integraciji v obstoječe sisteme in aktivnem sodelovanju vseh deležnikov.

**Ključne besede:** C-ITS, promet, varnost v cestnem prometu, prometni sistemi, nacionalna točka dostopa

## C-ITS as an intelligent co-driver

Modern mobility is facing increasingly complex challenges, such as traffic congestion, high greenhouse gas emissions, a growing number of road accidents, and the ineffective delivery of existing high-quality information to road users. Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS) offer a comprehensive technological solution that enables advanced connectivity between vehicles, infrastructure, and various participants in the transport ecosystem, while providing timely and context-aware information about current traffic conditions. These solutions rely on diverse communication protocols, supported by security mechanisms and standards that ensure reliable and interoperable data exchange.

In Slovenia, the field of C-ITS is actively developing through a variety of projects, initiatives, and infrastructure upgrades. Key developments include the establishment of a national C-ITS node, National Access Point, and digital tools such as the Promet+ and SiMO mobile applications, which provide users with real-time traffic information and support for multimodal journey planning. C-ITS holds significant potential to enhance road safety, traffic flow, and the sustainable management of mobility, especially when fully integrated into existing systems and supported through coordinated collaboration across all entities involved in the mobility ecosystem.

**Keywords:** C-ITS, Transport, Road safety, Traffic systems, National Access Point

## 1 UVOD

Mobilnost je ena izmed temeljnih komponent sodobne družbe, kljub temu pa se pogosto soočamo z izzivi, ki vplivajo na varnost, pretočnost, okoljsko vzdržnost ter kakovost uporabniške izkušnje. V urbanih okoljih število vozil vztrajno narašča, prometne poti so vedno bolj obremenjene, zastoji se vse pogosteje pojavljajo tudi brez izrednih dogodkov, pričakovanja uporabnikov so vse večja. Takšne razmere od upravljavcev prometnih sistemov zahtevajo uvajanje novih rešitev, ki temeljijo na digitalizaciji, učinkovitem upravljanju prometnih podatkov ter povezovanju različnih deležnikov.

Eden pomembnejših in najdlje prisotnih izzivov ostaja zagotavljanje prometne varnosti. Leta 2023 je bilo v državah Evropske unije zabeleženih več kot 900.000 prometnih nesreč, ki so povzročile smrtne žrtve ali telesne poškodbe [1]. Pomembno vlogo pri zmanjševanju nesreč ima evropska strategija Vision Zero, katere dolgoročni cilj je do leta 2050 popolnoma odpraviti smrtne žrtve v cestnem prometu [2]. Med najpogostejšimi vzroki ostajajo človeške napake, kot so nepozornost med vožnjo, uporaba mobilnih naprav, vožnja pod vplivom alkohola ter neupoštevanje prometnih pravil in hitrostnih omejitev. Vse to pa dodatno poslabšajo vremenske razmere, nepričakovani dogodki in pomanjkljivo vzdrževana prometna infrastruktura. Zastoji, ki so pogosto neposredna posledica omenjenih dejavnikov, povzročajo znatno

Prejet: 11. november, 2025  
Odobren: 3. februar, 2026



Avtorske pravice: © 2025  
Creative Commons Attribution 4.0  
International License

gospodarsko škodo in zmanjšujejo učinkovitost javnega potniškega prometa, kar občutno vpliva na kakovost življenja, zlasti v urbanih okoljih. Pomemben vidik sodobne mobilnosti je tudi njen okoljski odtis. Transportni sektor povzroča 16,2 % emisij toplogrednih plinov, pri čemer jih kar 11,9 % izvira iz cestnega prometa [2]. Emisije, hrup in poraba energije so tesno povezani z obsegom prometa, kar dodatno poudarja potrebo po iskanju trajnostnih rešitev in optimizaciji prometnih tokov [2], [3], [4], [5], [6].

## 2 SODELOVALNI INTELIGENTNI PROMETNI SISTEMI

Z naraščajočimi izzivi na področju mobilnosti postaja digitalizacija prometnih sistemov vedno bolj pomembna. Eden ključnih odgovorov na potrebe so inteligentni prometni sistemi (ang. *Intelligent Transport Systems – ITS*), ki z uporabo informacijsko-komunikacijskih tehnologij povezujejo cestno infrastrukturo, vozila, uporabnike in upravljavce prometa. Namen ITS je izboljšati prometno varnost, zmanjšati zastoje, optimizirati porabo energije in povečati udobje potovanja [6].

Področje, ki v tem okviru pridobiva vse večjo vlogo, so sodelovalni inteligentni prometni sistemi (C-ITS). Gre za podsklop sistemov ITS, ki omogoča neposredno komunikacijo med vozili, prometno infrastrukturo in ostalimi deležniki v prometu z uporabo brezžičnih komunikacijskih tehnologij. Takšni sistemi voznikom v realnem času zagotavljajo ustrezne informacije glede na njihovo lokacijo in trenutno prometno situacijo, s čimer prispevajo k večji varnosti in pretočnosti prometa ter tvorijo tehnološko osnovo za prihodnost avtonomne vožnje [4].

### 2.1 Delovanje C-ITS

Sistemi C-ITS omogočajo napredno podatkovno povezanost med deležniki v prometu. Ključna prednost je pravočasno in kontekstualno obveščanje uporabnikov o stanju na cestah, kar prispeva k večji varnosti, zmanjšanju zastojev in trajnostni mobilnosti. S tem C-ITS postavlja temelj za razvoj povezane, sodelovalne in avtomatizirane mobilnosti (ang. *Connected, Cooperative and Automated Mobility – CCAM*) [7].

C-ITS deluje na osnovi modela V2X (ang. *Vehicle-to-Everything*), ki omogoča komunikacijo vozil z različnimi komponentami prometnega sistema. Med najpomembnejšimi povezavami sta V2V (ang. *Vehicle-to-Vehicle*), ki omogoča neposredno izmenjavo informacij med vozili o hitrosti, lokaciji, smeri vožnje in drugih ključnih parametrih, ter V2I (ang. *Vehicle-to-Infrastructure*), kjer vozila posredujejo omenjene informacije občestni infrastrukturi, na podlagi katerih lahko operaterji učinkoviteje upravljajo promet. Komunikacija V2P (ang. *Vehicle-to-Passenger*) je usmerjena v zaznavanje ranljivih udeležencev, kot so pešci, kolesarji in motoristi, predvsem v urbanih

območjih, kjer lahko vozilo preko pametnih telefonov in posebnih senzorjev zazna prisotnost pešca in v nevarnih situacijah sproži dodatna opozorila o nevarnosti. V2N (ang. *Vehicle-to-Network*) omogoča širšo izmenjavo kompleksnejših informacij, kot so stanje na daljših relacijah, vreme in poročila o dogodkih, med vozili in nadzornimi centri preko mobilnih omrežij za usmerjanje prometa ali upravljanje intervencij. Izmenjava podatkov poteka tudi v obratni smeri, kjer je ključna komunikacija I2V (ang. *Infrastructure-to-Vehicle*). I2V omogoča aktivno posredovanje podatkov o aktualnih prometnih razmerah neposredno v vozila, npr. o zaprtju voznega pasu, nevarnosti na cesti, ali sprožitve posebnega režima vožnje. Povezovanje različnih infrastrukturnih sistemov preko komunikacije I2I (ang. *Infrastructure-to-Infrastructure*) omogoča sinhronizacijo delovanja prometnih semaforjev, usklajevanje delovnih zapor ter učinkovitejše delovanje zalednih sistemov preko upravljanja prometa. V praksi to pomeni, da podatki z enega odseka vplivajo na delovanje drugega, kar omogoča usklajen odziv na aktualne prometne razmere in posledično izboljšanje stanja na cestah [4], [5], [7], [8], [9], [10].

Za vzpostavitev komunikacijskega okolja se uporablja hibridni pristop, ki združuje tehnologijo ITS-G5 (standard ETSI EN 302 663) in sodobna mobilna omrežja (4G, LTE in 5G), s čimer se zagotavlja zanesljivost in pokritost vseh območij v različnih prometnih scenarijih, vse od avtocest do urbanih središč. ITS-G5 temelji na standardu IEEE 802.11p, ki je prilagojen visokim hitrostim in nizkim zakasnitvam v prometnem okolju. Omogoča neposredno komunikacijo med vozili (V2V) ter med vozili in prometno infrastrukturo (V2I) brez potrebe po osrednjem usmerjevalniku. Sporočila se izmenjujejo na frekvenčnem pasu 5,9 GHz, ki je v EU rezerviran izključno za prometne aplikacije. Zaradi nizkih zakasnitev in možnosti oddajanja brez predhodne rezervacije kanala (ang. *Contention-based Access*) je ITS-G5 primeren za varnostno-kritične aplikacije, kot so sporočila o sodelovalnem zaznavanju (ang. *Cooperative Awareness Messages – CAM*) in sporočila o decentraliziranem obveščanju o okoljskih dogodkih (ang. *Decentralized Environmental Notification Messages – DENM*) [7], [11]. Mobilna omrežja dopolnjujejo ITS-G5 s širšim dosegom in večjo podatkovno prepustnostjo in omogočajo komunikacijo z nadzornimi centri, oblaknimi sistemi ter drugimi prometnimi deležniki v modelu V2N. Zlasti mobilna omrežja 5G z nizko zakasnitvijo in široko podporo napravam omogočajo implementacijo naprednejših funkcij, kot so oddaljena podpora vozilom, prilagodljivo usmerjanje prometa in prenos večpredstavnostnih vsebin [9], [12].

V območjih, kjer dvosmerna komunikacija ni zagotovljena, se lahko kot dopolnilna rešitev za splošno obveščanje uporablja DAB (ang. *Digital Audio Broadcasting*), ki omogoča enosmerno razpošiljanje prometnih informacij širokemu krogu uporabnikov [13]. Za varno komunikacijo med sistemi se uporablja protokol IP s podporo za TLS (ang. *Transport Layer*

*Security*), ki zagotavlja šifriranje prenesenih podatkov, preverjanje pristnosti komunikacijskih partnerjev ter varnostno zaščito. Na tej osnovi delujejo zaledne infrastrukture, kot so nadzorni centri in podatkovni repozitoriji, ki obdelujejo in distribuirajo prometne informacije znotraj omrežja C-ITS [7], [14]. Ključno vlogo v omrežju C-ITS ima tudi protokol GeoNetworking, ki omogoča usmerjanje sporočil na podlagi geografskih koordinat. S tem je mogoče zagotoviti, da se prostorsko relevantni podatki posredujejo le udeležencem na izbranem območju, kar zmanjšuje obremenjenost prometnega omrežja in povečuje učinkovitost prenosa [7].

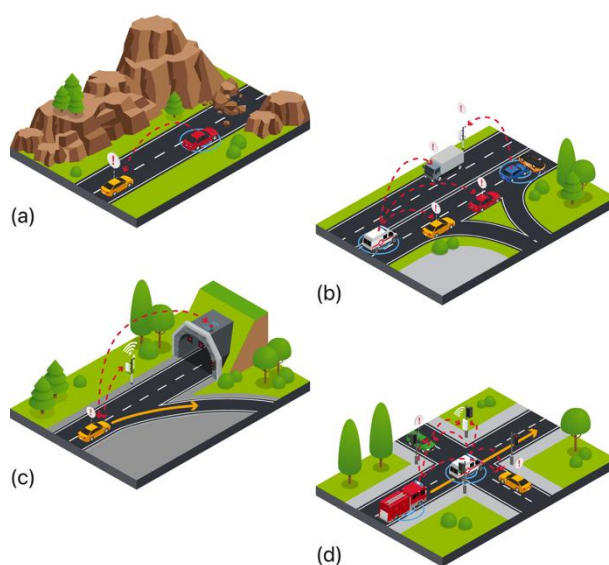
Varnost in zaupnost izmenjanih podatkov sta ključni komponenti sistema C-ITS. V ta namen se v okviru Evropske unije vzpostavlja skupna infrastruktura javnih ključev (ang. *Public Key Infrastructure – PKI*) z namenom preverjanja avtentičnosti in zanesljivosti posredovanih sporočil C-ITS. Sistem temelji na digitalnih potrdilih, kriptografskih protokolih in vzpostavljeni politiki ravnanja z zasebnimi podatki. Poleg tega se v komunikaciji uporabljajo zaščiteni prenosi, preverjanje izvora sporočil in mehanizmi za preprečevanje ponarejanja informacij [4], [7].

## 2.2 Storitve C-ITS

C-ITS omogoča razvoj širokega nabora storitev, katerih namen je neposredno izboljšati varnost, pretočnost in trajnost mobilnosti. Zaradi postopnega tehnološkega razvoja in različnih ravni pripravljenosti posameznih storitev, so te razvrščene v t. i. razvojne faze po dnevih (ang. *Day 1*, *Day 1.5*, *Day 2*, *Day 3*). Delitev na dneve predstavlja evolucijski načrt uvajanja storitev C-ITS, pri čemer posamezna faza oziroma dan odraža tehnično zrelost, kompleksnost izmenjave informacij ter stopnjo potrebne koordinacije med vozili in infrastrukturo. Dnevi hkrati določajo kronološki vrsti red uvajanja storitev, kjer nižje faze zajemajo rešitve, ki so že tehnično zrele za uporabo v realnem prometnem okolju, višje faze pa predstavljajo naprednejše storitve, predvidene za poznejši razvoj in implementacijo. Tak pristop omogoča postopno nadgradnjo sistema in zagotavlja kontinuiteto ter povratno združljivost med posameznimi razvojnimi fazami, kar je ključno z vidika dolgih življenjskih ciklov vozil in prometne infrastrukture.

Storitve prvega dne (ang. *Day 1*) predstavljajo začetno fazo uvedbe C-ITS, osredotočeno na osnovno prometno varnost in ozaveščanje voznikov o trenutnih prometnih razmerah. Te storitve načeloma ne zahtevajo avtomatizacije in pravnih sprememb, ne posegajo v upravljanje vozil in imajo lahko neposreden in takojšnji varnostni učinek. Gre za manj kompleksne storitve, primarno načrtovane za uporabo na avtocestah, kjer se vozila premikajo z enakomernimi hitrostmi, posledice morebitnih nesreč pa so praviloma hujše. Uporabljajo tehnologijo ITS-G5, ki omogoča neposredno komunikacijo V2V in V2I z nizko zakasnitvijo, ter voznikom omogočajo pridobivanje aktualnih informacij v realnem času. Storitve prvega dne vključujejo opozorila

o nevarnih lokacijah (npr. prometni zastoji, nenadna zaviranja, prometne nesreče, slabe vremenske razmere), zaporah cest (npr. zaradi gradbenih del ali prometnih nesreč) ter prikaz prometnih znakov in hitrosti znotraj vozila. V urbanih okoljih so zlasti pomembne storitve na semaforiziranih križiščih, kot so priporočila za optimalno hitrost pri t. i. zelenem valu semaforjev (ang. *Green Light Optimal Speed Advisory – GLOSA*) in omogočanje prednosti vozilom na nujni vožnji (ang. *Emergency Vehicle Priority – EVP*) [4], [5], [15]. Slika 1 prikazuje štiri izpostavljene primere storitev C-ITS prvega dne: (a) opozarjanje na ovire na cestah, (b) opozorila o prometni nesreči in intervencijskih vozilih, (c) preusmerjanje vozil glede na stanje na cestah in (d) prioriteta sprememba signalizacije za intervencijska vozila.



Slika 1: Izpostavljene primere storitev C-ITS.

Storitve prvega dne in pol (ang. *Day 1.5*) nadgrajujejo osnovne funkcionalnosti in uvajajo bolj kompleksne scenarije, predvsem za implementacijo v urbanih okoljih. Poudarek je na vključevanju ranljivih udeležencev v prometu (pešci, kolesarji, motoristi), upravljanju mestnega potniškega prometa, obveščanju o parkirnih mestih ter dostopu do območij z omejitvami. Pomembna je tudi nadgradnja informacij za tovorna vozila, kot so podatki o prostih nakladalnih conah, nadzoru dostopa do določenih območij in usmerjanju dostavnega prometa. Glavni namen nadgradnje je bolj celostno vključevanje različnih akterjev v prometno infrastrukturo ter oblikovanje temeljev za nadaljnjo avtomatizacijo in energetske učinkovitost [16], [17].

Storitve drugega dne (ang. *Day 2*) predstavljajo prehod v t. i. zaznavno vožnjo (ang. *sensing driving*), kjer sistem omogoča zaznavo tudi nepovezanih vozil in ranljivih udeležencev. Dodatno omogoča sodelovalne varnostne funkcije, kot sta prilagajanje tempomata in zaviranje v sili. To omogoča vključevanje dodatnih senzorjev v vozila in prometno infrastrukturo ter naprednih algoritmov zaznavanja in združevanje

podatkov iz več virov v realnem času [4], [15]. Storitve drugega dne že zahtevajo zanesljivo in varno dvosmerno komunikacijo, ustrezno standardizacijo in usklajevanje med vozili in upravljavci cest ter infrastrukture.

Storitve tretjega dne (ang. *Day 3*) so usmerjene v popolnoma sodelovalno vožnjo (ang. *cooperative driving*), kjer se vozila med seboj usklajujejo glede sprememb voznega pasu in združevanja kolon ter izmenjujejo podatke o točkah zanimanja (ang. *Point of Interest – POI*). V tej fazi se predvideva uvedba naprednih sistemov za kolektivno odločanje in upravljanje premikov vozil na podlagi skupne prometne slike [2], [15]. Za storitve tretjega dne bo potrebna visoka stopnja avtomatizacije vozil in skoraj popolna pokritost infrastrukture oz. komunikacijsko-senzorskega omrežja. Prav tako bodo potrebne dodatne zakonske spremembe, prezigodna uvedba pa lahko hkrati prinaša tudi velika tveganja.

C-ITS je tako osnova za digitalno in sodelovalno prometno okolje, v katerem so informacije o prometu, infrastrukturi in udeležencih stalno dostopne in uporabne za čim bolj varno, učinkovito in trajnostno mobilnost. Uvedba storitev C-ITS prinaša tudi potencial za večjo družbeno in gospodarsko učinkovitost prek boljše porabe virov, zmanjšanja nesreč in časa potovanj ter nižjih okoljskih obremenitev, kot celota pa prav tako pomembno vpliva na boljšo uporabniško izkušnjo udeležencev v prometu.

### 2.3 Standardizacija

Učinkovita izmenjava podatkov znotraj C-ITS zahteva natančno usklajene tehnične standarde, ki zagotavljajo interoperabilnost, skladnost podatkov in široko uporabnost rešitev v različnih državah in okoljih. Evropska prizadevanja na tem področju so usmerjena v preprečevanje fragmentacije trga, omogočanje čezmejnega delovanja storitev ter spodbujanje množične komercializacije rešitev C-ITS. Standardi služijo kot temelj za zanesljivo komunikacijo med vozili, infrastrukturo in nadzornimi centri. Med ključnimi standardi za izmenjavo prometnih in potovalnih podatkov v Evropi izstopajo DATEX II, NeTEx in SIRI, ki pokrivajo različne vrste vsebin [5], [7], [14], [17].

DATEX II je uveljavljen standard za izmenjavo prometnih informacij, kot so zastoji, nesreče, zapore in dela na cesti. S pomočjo načrtovane strukture je mogoče natančno opisati stanje na cesti. Standard omogoča izmenjavo tako statičnih kot dinamičnih prometnih podatkov ter je osnovni standard za komunikacijo med centri za upravljanje prometa, ponudniki storitev in končnimi aplikacijami. DATEX II je bil razvit kot odziv na potrebe po usklajeni digitalizaciji celotnega prometnega ekosistema in danes omogoča interoperabilno komunikacijo [18].

NeTEx (ang. *Network Timetable Exchange*) je specializiran standard za področje javnega potniškega prometa. Uporablja se za izmenjavo načrtovanih podatkov, kot so vozni redi, linije, postajališča in informacije o cenah vozovnic. Omogoča celovit prikaz

prometnega omrežja z vsemi vrstami prevoza, vključno z alternativnimi oblikami mobilnosti, kot je hoja, kolesarjenje ali skupna raba vozil. NeTEx temelji na strukturi XML in omogoča natančno validacijo podatkov, kar olajšuje integracijo med različnimi sistemi za načrtovanje potovanj in izdajanje vozovnic [19], [20]. Standard SIRI (ang. *Service Interface for Real-time Information*) nadgrajuje podatke iz NeTEx s podporo za spremljanje storitev javnega prometa v realnem času. Omogoča izmenjavo informacij o prihodih in odhodih, zamudah, povezavah med linijami in operativnih sporočilih med sistemi različnih ponudnikov. Skupaj z NeTEx tvori konceptualno celoto, ki podpira tako načrtovanje kot tudi sprotne obveščanje uporabnikov [21].

Omenjeni standardi skupaj tvorijo ekosistem, ki omogoča celovito digitalno upravljanje prometa in mobilnosti na evropski ravni. Njihova skupna uporaba omogoča tehnično usklajeno, podatkovno konsistentno in uporabniško usmerjeno izvajanje storitev C-ITS v različnih okoljih ne glede na modalnost uporabe.

### 2.4 Razvoj in globalni vpliv C-ITS

Evropska unija (EU) že več kot dve desetletji aktivno razvija sisteme C-ITS, pri čemer preko projektov in strateških pobud naslavlja interoperabilnost, preprečuje razdrobljenost trga in spodbuja usklajeno uvedbo novih storitev. Medtem ko so prvi projekti (SAFESPOT, CVIS, COOPERS) postavili temeljne koncepte s področij varnosti v vozilih, infrastrukture in upravljanja prometa, so poznejši projekti, kot je DRIVE C2X, prispevali k razvoju in testiranju tehnologij za komunikacijo med vozili in infrastrukturo. Med pomembnejše strateške pobude sodijo tudi C-ITS Platform, Amsterdam Group, SCOOP@F, NordicWay, in projekt C-ITS Deployment Corridor [5], [17]. Pomembno vlogo ima tudi industrijsko usmerjeni Car2Car Communication Consortium (C2C-CC) [22], ki je zaslužen za zagotovitev prostega radijskega spektra za komunikacijo med vozili (V2X) ter oblikovanje odprtih evropskih standardov za C-ITS. V okviru programa Horizon 2020 izstopa tudi projekt C-MobILE (Accelerating C-ITS Mobility Innovation and Deployment in Europe) [23]. V njegovem okviru so bile v realnem okolju preizkušene storitve C-ITS za različne tipe udeležencev in prometnih razmer z vidika varnosti, uporabniške izkušnje in stroškovne učinkovitosti.

Ključno vlogo na področju ima platforma C-Roads [24], ki združuje države članice EU in upravljavce infrastrukture z namenom uvedbe interoperabilnih storitev na podlagi skupnega komunikacijskega profila in hibridne povezljivosti (ITS-G5 in mobilna omrežja). Projekt pomembno prispeva tudi k vzpostavitvi varnostne arhitekture na osnovi PKI, s čimer zagotavlja zanesljivost in varnost sistema. Poleg tehničnega vidika C-Roads aktivno naslavlja tudi organizacijsko in regulatorno usklajevanje, s ciljem preprečitve razdrobljenosti trga in zagotovitve dolgoročne vzdržnosti sistemov. S tem projekt pomembno prispeva k

uresničevanju vizije povezane in avtomatizirane mobilnosti (CCAM) v EU, saj ustvarja temelje za široko uporabniško sprejemanje, pravno podlago in vzpostavitev trajnega evropskega sistema za C-ITS.

Podoben razvoj poteka tudi na globalni ravni. V Združenih državah Amerike (ZDA) je ta usmerjen predvsem na varnostne vidike komunikacije V2V in V2I, kjer ocenjujejo, da bi uporaba C-ITS prometne nesreče zmanjšala za 80 %. V okviru pilotnih projektov v New Yorku, Tampi in Wyomingu se preizkuša tudi praktično delovanje sistema v realnih prometnih pogojih. Avstralija in Nova Zelandija sledita evropskim standardom preko organizacije Austroads, ki je pridružena članica platforme C-Roads. Azijske države, predvsem Japonska in Južna Koreja, pospešeno uvajajo storitve C-ITS, ki so primarno usmerjene v povečano zaščito ranljivih udeležencev v prometu. Japonska aktivno sodeluje v mednarodnih usklajevanjih z EU in ZDA, kar potrjuje globalne težnje po standardizaciji in medsebojni združljivosti sistemov C-ITS.

Skupni imenovalec je tako mednarodno sodelovanje in postopna harmonizacija pristopov k uvajanju C-ITS. S tem se gradi temelj za globalno interoperabilnost, izmenjavo dobrih praks in maksimiranje pozitivnih učinkov sistemov, ki bodo ključni gradniki prihodnje povezane in avtonomne mobilnosti [2], [4], [5], [7].

### 3 DIGITALNA PODPORA MOBILNOSTI

Digitalna orodja za podporo uporabnikom v prometu postajajo nepogrešljiv del sodobne mobilnosti. Razvoj pametnih telefonov in vse večja razširjenost podatkov omogočata hitrejša in ciljno usmerjeno posredovanje prometnih informacij, ob tem pa se pojavljajo tudi številni izzivi, povezani z varno uporabo mobilnih telefonov med vožnjo ter zagotavljanjem zanesljivih, razumljivih in pravočasnih vsebin.

#### 3.1 Vloga mobilnih naprav v sodobni mobilnosti

Mobilne naprave so nepogrešljiv del vsakdana sodobnega uporabnika, ki v vlogi t. i. digitalnega nomada pričakuje stalno povezljivost in dostop do relevantnih informacij tudi med vožnjo. Njihova uporaba v prometnem okolju ima dvojno naravo: po eni strani orodja ponujajo pomembne prometne informacije v realnem času ter posledično večjo varnost in informiranost, po drugi pa so ena največjih motenj in tveganj v cestnem prometu.

Uporaba mobilnih telefonov med vožnjo, zlasti brez prostoročnih sistemov, znatno povečuje tveganje za nesreče. Raziskave kažejo, da so vozniki, ki med vožnjo aktivno uporabljajo mobilni telefon, štirikrat bolj izpostavljeni tveganju za nesrečo. Aktivnosti, kot sta pisanje sporočil ali iskanje stika za klic med vožnjo, dodatno povečujejo reakcijski čas, zmanjšujejo pozornost ter vplivajo na hitrost in smer vožnje. Kljub zavedanju tveganj vozniki mobilne telefone še vedno pogosto uporabljajo med vožnjo [25], [26], [27].

Zato je ključno razvijati rešitve, ki zmanjšujejo potrebo po vizualni in ročni interakciji ter povečujejo preglednost in enostavnost uporabe. Glasovni ukazi, enostavni prikazi in opozorila v vidnem polju izboljšujejo varnost ter omogočajo bolj tekočo vožnjo v urbanem in avtocestnem okolju [16], [28], [29]. Poleg tega imajo nekatere aplikacije tudi vgrajeno funkcionalnost spremljanja in analize voznikovega vedenja, kar uporabnikom omogoča vpogled v lastne vozne navade, sprejemanje povratnih informacij in dolgoročno spodbujanje varnejšega sloga vožnje [30].

V tem kontekstu C-ITS neposredno naslavlja izzive uporabe mobilnih naprav med vožnjo z omogočanjem samodejnega posredovanja relevantnih prometnih informacij neposredno v vozilo. Z zmanjševanjem potrebe po ročni in vizualni interakciji ter z uporabo kontekstualno prilagojenih opozoril C-ITS prispeva k večji prometni varnosti in boljšemu situacijskemu zavedanju voznika.

#### 3.2 Aplikacije za navigacijo in informacije

Mobilne aplikacije so ključni digitalni pripomočki sodobnih voznikov, saj omogočajo hitrejša odzivanja na prometne razmere, učinkovitejša načrtovanja poti in večjo prometno varnost. Te aplikacije se lahko v grobem razdelijo v dve funkcionalni kategoriji: navigacijske aplikacije in informacijske aplikacije, pri čemer vsaka skupina nagovarja različne vidike vozniške izkušnje.

Navigacijske aplikacije, kot so Google Maps, Apple Maps, TomTom ali Here WeGo, voznikom ponujajo možnosti načrtovanja poti, izračuna predvidenega časa prihoda, alternativnih poti in sprotnih prilagoditev na prometne zastoje. Po drugi strani navigacijske aplikacije pogosto ne vključujejo popolne integracije z lokalnimi prometnimi informacijami, kot so začasne zapore, intervencijski dogodki ali opozorila o nevarnih odsekih, saj ne vključujejo neposrednega dostopa do vseh C-ITS virov posameznih držav [15], [28]. Informacijske aplikacije, kot je DARS Promet+, se osredotočajo na sprotno obveščanje uporabnikov o zastojih, nesrečah, vozilih na nujni vožnji, vremenskih razmerah in drugih prometnih dogodkih [7], [16]. Tovrstne aplikacije uporabnike obveščajo z vizualnimi indikatorji in zvočnimi opozorili, pogosto z uporabo barvne signalizacije ali govornega podajanja vsebine [28].

Kljub tehnični možnosti združitve obeh funkcionalnosti se pogosto pojavlja problem neuravnotežene zasnove. Navigacijske aplikacije kljub odličnemu vodenju v številnih primerih ne vključujejo ključnih prometnih informacij določenih držav, na drugi strani pa informacijske aplikacije prikazujejo izjemno podrobne podatke o stanju na cestah, a pri tem nudijo precej slabšo navigacijsko izkušnjo, pogosto s počasnim iskanjem poti ali neoptimalnim vodenjem. Takšne razlike v kakovosti vplivajo na posvajanje tovrstnih rešitev in nakazujejo potrebo po nadaljnji optimizaciji celostnih rešitev [15], [16].

### 3.3 Vgrajeni informacijsko-zabavni sistemi

Vgrajeni informacijsko-zabavni sistemi v vozilih (ang. *In-Vehicle Infotainment System – IVIS*), ki jih proizvajalci avtomobilov vgradijo neposredno v vozila, zmanjšujejo potrebo po uporabi mobilnih telefonov med vožnjo z uvajanjem varnejših načinov interakcije. Sistemi IVIS vse pogosteje temeljijo tudi na govornem upravljanju, več modalnem prikazu informacij ter globlji integraciji s senzorji vozila. Kljub potencialu se pri uporabi teh sistemov pojavljajo številni izzivi, kot je pomanjkanje standardizacije, zahtevana doplačila za posodobitve zemljevidov in vklop dodatnih funkcionalnosti ter omejitve glede oblikovanja informacijskih prikazov.

Čeprav bi lahko s prenosom obveščanja na sisteme IVIS zmanjšali motnje in odvratanje pozornosti, ki so posledica uporabe mobilnih telefonov, se lahko ob neoptimalni zasnovi ali uporabi neprimernih pristopov pojavi tudi nasprotni učinek. Kljub temu raziskave kažejo, da lahko dobro oblikovani sistemi IVIS uspešno ohranjajo voznikovo pozornost v varnih mejah in povečujejo občutek nadzora ter varnosti med vožnjo. IVIS predstavljajo pomemben korak k večji digitalizaciji vozniškega okolja in varnejši integraciji podatkov o prometu, vendar zaostajajo pri fleksibilnosti, ažurnosti in uporabniški prilagodljivosti, ki jo nudijo mobilne aplikacije [15], [29], [31], [32].

### 3.4 Možnosti integracije C-ITS

Sodelovalni inteligentni prometni sistemi omogočajo večnivojsko in modularno integracijo v obstoječo prometno infrastrukturo, od osnovnega prenosa informacij prek mobilnih aplikacij do neposredne povezave z informacijskimi sistemi vozil.

V začetni fazi se storitve C-ITS lahko integrirajo s pomočjo obstoječih mobilnih aplikacij, ki že služijo kot vir navigacijskih podatkov in prometnih informacij. Večina tovrstnih rešitev temelji na zbiranju podatkov o premikanju vozil v prometu (ang. *Floating Car Data – FCD*), kar zaradi intervala osveževanja (vsakih nekaj minut) zmanjšuje uporabnost za sisteme, ki temeljijo na odzivnosti v realnem času [33], [34]. V določenem obsegu je mogoče opozorila in statusna sporočila iz sistemov za vodenje prometa (npr. Kažipot) prenesti v ustrezno prilagojene mobilne aplikacije, vendar implementacija temelji na posrednem prenosu in ročnem preverjanju informacij, kar povzroča dodatne časovne zamike in zmanjšuje odzivnost [35]. Podobne omejitve se pojavljajo tudi pri platformah Apple CarPlay in Android Auto, ki sicer omogočajo varnejšo interakcijo preko vgrajenega zaslona v vozilu, vendar so še vedno odvisne od povezane mobilne naprave. Prav tako se pojavljajo omejitve v razvoju in prilagajanju namenskih aplikacij zaradi strogega nadzora platform nad implementiranimi funkcionalnostmi in prikazovalnimi elementi.

Najvišjo raven integracije prinaša neposredno vključevanje storitev C-ITS v centralne računalniške in

komunikacijske sisteme vozila. V tem primeru se ključne funkcionalnosti, kot so sprejem, razumevanje in odzivanje na sporočila C-ITS, izvajajo znotraj arhitekture vozila brez potrebe po zunanjem vmesniku. Tak sistem omogoča napredno prilagajanje parametrov vožnje, vključuje povezavo z drugimi udeleženci v prometu ter odpira možnost za dinamično upravljanje prometa na podlagi povratnih informacij. Dodatne prednosti vključujejo boljšo pretočnost, zmanjšanje emisij ter višjo stopnjo prometne varnosti z zgodnjim zaznavanjem nevarnosti [36].

Polna integracija je končni cilj uvajanja C-ITS, vendar zahteva sočasen razvoj ustrezne prometne infrastrukture, ustrezno standardizacijo, digitalizacijo celotnega prometnega omrežja in prilagoditev voznega parka. Implementacija tovrstnih rešitev je dolgoročna in strateško usmerjena, a nujna za prihodnjo vzpostavitev popolnoma povezanega in inteligentnega prometnega sistema.

## 4 C-ITS v SLOVENIJI

Vzpostavitev sodelovalnih inteligentnih prometnih sistemov v Sloveniji temelji na usklajenem razvoju prometne infrastrukture, digitalnih storitev in centralnih podpornih vozlišč, ki omogočajo zbiranje, obdelavo in distribucijo prometnih informacij v realnem času. Implementacija poteka v več fazah in vključuje tako tehnološke nadgradnje na cestnem omrežju kot tudi razvoj uporabniških vmesnikov in nacionalnih podatkovnih platform, ki so ključne za zanesljivo delovanje sistema ter povezovanje vseh deležnikov v prometnem prostoru.

### 4.1 Nacionalna infrastruktura in uvedba storitev C-ITS

Slovenija je v okviru evropskih projektov aktivno vključena v razvoj in uvajanje storitev sodelovalnih inteligentnih prometnih sistemov. Ključna pilotna lokacija za implementacijo okolja C-ITS je na 24 kilometrih odseka avtoceste A1 med Postojno in Divačo, ki je del jedrnega omrežja TEN-T (ang. *Trans-European Transport Network*). Odsek, prikazan na sliki 2, je bil izbran zaradi izjemnih prometnih obremenitev in specifičnih klimatskih pogojev (močan veter, megla, sneg), ki povečujejo tveganje za prometne nesreče.



Slika 2: Testni odsek Postojna–Divača.

Na odseku je bilo vzpostavljenih devet stacionarnih in ena mobilna obcestna enota (ang. *Roadside Unit – RSU*) s tehnologijo za kratkosežno komunikacijo ETSI ITS-G5. RSU omogoča neposredno oddajanje sporočil voznikom v območju, mobilna RSU pa omogoča fleksibilno oddajanje sporočil v scenarijih, ko je povezava z zalednim sistemom začasno prekinjena. Celotna infrastruktura je povezana s centrom za upravljanje prometa v Kozini, kjer centralna aplikacija omogoča ročno in avtomatizirano proženje sporočil C-ITS v skladu z usklajenimi specifikacijami projekta C-Roads.

Znotraj pilotnega območja so bile uvedene osnovne storitve C-ITS prvega dne, skladne s specifikacijami platforme C-Roads. Med njimi so storitve za opozorila o delih na cesti (ang. *Road Works Warning – RWW*), opozorila o nevarnih lokacijah (ang. *Hazardous Locations Notification – HLN*) in prenos prometne signalizacije v vozilo (ang. *In-Vehicle Signage – IVS*), ki voznikom omogočajo boljšo odzivnost v slabih vremenskih razmerah ali nepredvidenih prometnih situacijah. Implementirana je tudi storitev za zbiranje podatkov o premikanju vozil v prometu (FCD), ki služi analitičnim in upravljaljskim namenom. Komunikacijska struktura temelji na hibridnem pristopu, ki združuje neposredno kratkosežno komunikacijo tehnologije ITS-G5 in povezljivost preko mobilnih omrežij (3G, 4G, LTE, 5G) [4], [37].

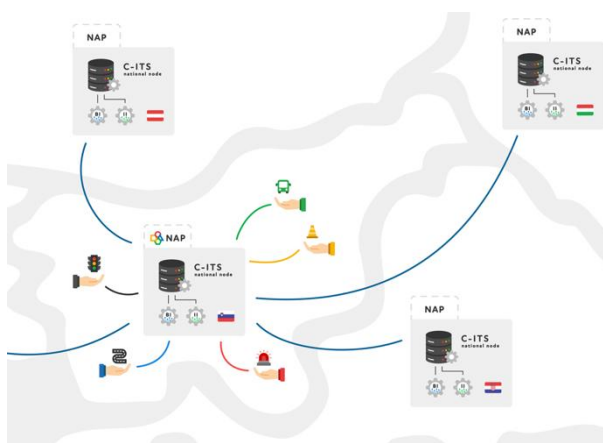
Poleg avtocestnega omrežja poteka tudi nadgradnja infrastrukture C-ITS v urbanem okolju, pri čemer izstopa obsežna implementacija v Mestni občini Ljubljana. Gre za enega prvih večjih poskusov prenosa storitev C-ITS v mestno okolje, ki se umešča v širši kontekst koridorjev TEN-T in nacionalnega prometnega modela. V okviru projekta bo na dveh glavnih vpadnicah v Ljubljano nameščenih vsaj 100 obcestnih enot, ki bodo omogočale neposredno komunikacijo z vozili. Na 120 izbranih križiščih bo dodatno vzpostavljena infrastruktura za zajem podatkov o prometu, pri čemer bodo križišča opremljena s kamerami, talnimi detektorji in gumbi za aktivacijo semaforjev. Vzpostavitev mestne infrastrukture C-ITS vključuje tudi nadgradnjo digitalnega cestnega omrežja z uvedbo standarda TN-ITS, vzpostavitev sistema za zaznavo približevanja intervencijskih vozil (ang. *Emergency Vehicle Approaching – EVA*) ter implementacijo sistema GLOSA na glavnih vpadnicah. Dodatno bosta nameščena dva sistema za zajem prometa, ki bosta omogočala zbiranje in analizo podatkov v realnem času. Tak pristop dopolnjuje obstoječo prometno strategijo Ljubljane in prispeva k boljši pretočnosti, večji varnosti in boljši pripravi na prihodnje uvedbe prometnih storitev prihodnosti [38].

Celotna arhitektura omogoča visoko stopnjo integracije z obstoječimi sistemi ITS, pristop omogoča usklajeno in pravočasno obveščanje uporabnikov, večjo odzivnost infrastrukture ter splošno izboljšanje varnosti in pretočnosti na slovenskih.

## 4.2 Nacionalno vozlišče C-ITS

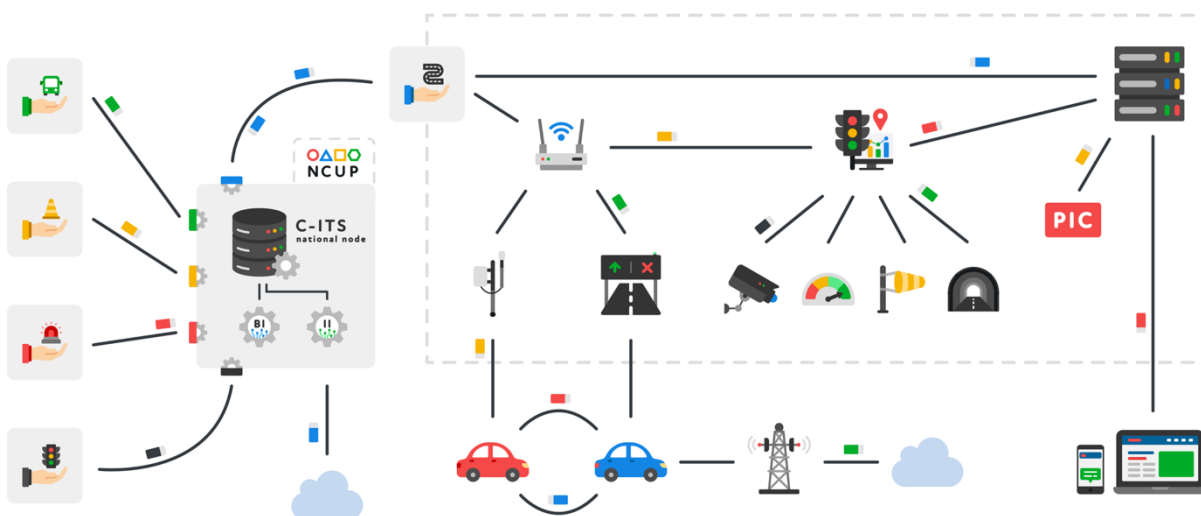
Ključni korak pri razvoju sodobnega prometnega ekosistema je vzpostavitev nacionalnega centralnega vozlišča C-ITS, ki omogoča zbiranje, obdelavo, validacijo in distribucijo sporočil C-ITS na nacionalni ravni. Cilj vozlišča je zagotoviti učinkovito, varno in interoperabilno izmenjavo prometnih podatkov med različnimi prometnimi deležniki ter podpreti prehod v dobo povezane mobilnosti. Vozlišče je umeščeno v okolje Nacionalne točke dostopa do prometnih podatkov (ang. *National Access Point – NAP*), kjer deluje kot centralni posrednik za izmenjavo sporočil C-ITS. Podpira vse standardizirane scenarije C-ITS, definirane v okviru projekta C-Roads, in sporočila, ustvarjena samodejno na podlagi dogodkov v cestnem prometu ali s strani zunanjih akterjev. Arhitektura vozlišča temelji na centraliziranem modelu, usklajenem z evropskimi smernicami, kar omogoča čezmejno povezljivost in usklajen pretok informacij z drugimi državami.

Tehnični razvoj vozlišča C-ITS vključuje več ključnih aktivnosti. Med najpomembnejšimi so integracija podatkov Nacionalne točke dostopa do prometnih podatkov za potrebe C-ITS, definiranje ustreznih prometnih scenarijev in vzpostavitev dveh ključnih komunikacijskih vmesnikov. Osnovni vmesnik (ang. *Basic Interface – BI*) je namenjen neposredni in varni izmenjavi sporočil C-ITS preko omrežnih protokolov IPv4 in TCP tako na nacionalni ravni kot pri čezmejnih povezavah. Napredni vmesnik (ang. *Improved Interface – II*) služi kot nadzorna raven nad BI ter omogoča avtomatizirano odkrivanje storitev in izmenjavo informacij med različnimi sistemi. II poenostavlja konfiguracijo in omogoča razširljivost sistema brez potrebe po vzpostavitvi neposrednih povezav med vsemi akterji C-ITS, kar je ključnega pomena za podporo kompleksnim državnim sistemom.



Slika 3: Mednarodno povezovanje in izmenjava sporočil C-ITS preko nacionalnih vozlišč C-ITS.

C-ITS vozlišče omogoča obdelavo, usklajevanje in distribucijo prostorsko definiranih prometnih informacij, ki temeljijo na natančni lokacijski segmentaciji cestnega omrežja, kar bistveno prispeva k optimizaciji prometa in



Slika 4: Delovanje in povezava sistemov DARS v infrastrukturo C-ITS.

zmanjšanju nepotrebne obremenitve cestnega omrežja. Sistem zagotavlja visoko raven informacijske varnosti prek uporabe infrastrukture PKI, ki omogoča digitalno podpisovanje sporočil in preverjanje avtentičnosti vseh udeleženih entitet. Pomemben del razvoja vključuje tudi testiranje delovanja nacionalnega vozlišča C-ITS, preverjanje delovanja obeh komunikacijskih vmesnikov in zagotavljanje zanesljivega delovanja v skladu z mednarodnimi zahtevami za interoperabilnost.

V širšem evropskem okviru bo vozlišče povezano z drugimi državami s ciljem zagotavljanja čezmejne interoperabilnosti in enotne uporabniške izkušnje. Sodelovanje med nacionalnimi vozlišči bo temeljilo na skupnih protokolih, varnih komunikacijskih kanalih in skladnosti s skupnimi specifikacijami. Tak pristop bo omogočal usklajeno širjenje storitev, učinkovito upravljanje mobilnosti in izboljšanje prometne varnosti na ravni celotne Evrope [34], [39], [40].

### 4.3 Sistemi za upravljanje in vodenje prometa

Sistemi za nadzor, upravljanje in informiranje o prometu v Sloveniji so eden od ključnih stebrov zagotavljanja varnosti in pretočnosti na avtocestnem omrežju. Družba za avtoceste Republike Slovenije – DARS d. d. skrbi za kompleksno upravljanje prometa na avtocestah in hitrih cestah, kar omogoča pravočasno odzivanje na izredne dogodke, učinkovito obveščanje uporabnikov in stalno spremljanje prometnega toka.

Jedro predstavljajo regionalni nadzorni centri v Kozini, Ljubljani, Slovenskih Konjicah, na Vranskem in Hrušici, ki 24 ur dnevno spremljajo prometno dogajanje. Z uporabo različnih senzorjev, detektorjev, kamer in vremenskih postaj pridobivajo podatke o prometu in razmerah na cestah, upravljajo promet v realnem času, prilagajajo omejitve hitrosti, opozarjajo na nevarnosti, nadzorujejo predore in po potrebi aktivno preusmerjajo ali celo zaustavijo promet. Med ključne komponente sodijo portali za prikaz spremenljivih prometnih informacij in signalizacije (SPIS), cestno-vremenske

postaje, sistemi za detekcijo prevoza nevarnih snovi, termično skeniranje vozil in sistemi za avtomatsko zaznavo vožnje v napačno smer [41].

Poleg fizičnih naprav ima ključno vlogo informacijski sistem Kažipot, ki je osrednja platforma za zbiranje in distribucijo prometnih podatkov. Kažipot agregira podatke iz številnih virov, kot so videonadzor prometa, števci prometa, vremenske postaje, sistem za nadzor in vodenje prometa (SNVP) in nadzorno-krmilni sistem za upravljanje predorov (NKS), ter omogoča centralno obveščanje uporabnikov preko različnih komunikacijskih kanalov. Informacije se posredujejo tudi na portale in polportale SPIS. Ti so sicer pomemben element fizične infrastrukture, žal pa se informacije na njih pogosto pojavijo prepočasi. Dodatna slabost je prostorska umestitev, saj so ti postavljeni zgolj na nekaj mestih in v relativno dolgih razmakih na celotnem avtocestnem omrežju. Posredovanje informacij do voznikov se zato vse bolj seli v digitalno okolje, predvsem v mobilno aplikacijo DARS Promet+ [16], [34]. Velik pomen ima tudi Prometno-informacijski center (PIC), ki zbira informacije o stanju vseh državnih cest ter jih prek različnih medijev posreduje javnosti. Operaterji v centru pridobivajo informacije iz različnih virov, vse od nadzornih centrov, policije, vzdrževalcev in voznikov, ter jih do udeležencev v prometu posredujejo preko medijev, spletnih strani, telefonskih storitev in družbenih omrežij [35], [42].

Slika 4 prikazuje bodočo celotno infrastrukturo C-ITS Slovenije, kjer se podatki različnih ponudnikov, kot so DARS, Direkcija Republike Slovenije za infrastrukturo (DRSI), Regijski centri za obveščanje (ReCO), Integrirani javni potniški promet (IJPP) in drugi, ter podatki C-ITS zbirajo v nacionalnem vozlišču C-ITS in posredujejo končnim uporabnikom. Na shemi je poseben poudarek na delovanju celotnega upravljanja prometa s strani DARS-a, vse od zbiranja podatkov preko opisanih sistemov, agregacije podatkov v sistemu Kažipot, do različnih načinov posredovanja podatkov

voznikom, ter upravljanju prometa oz. prometne infrastrukture.

#### 4.4 Vloga NCUP in NAP v širšem pomenu

Vzpostavitev sodobnega in digitalno podprtega sistema upravljanja prometa v Sloveniji temelji na povezovanju podatkovne infrastrukture in naprednih digitalnih orodij ter sodelovanju med ključnimi deležniki na nacionalni in lokalni ravni. Pri tem ima osrednjo vlogo Nacionalni center za upravljanje prometa (NCUP), ki s pomočjo različnih storitev omogoča učinkovito zbiranje, obdelavo, izmenjavo in uporabo podatkov o prometu.

Nacionalni center za upravljanje prometa, organizacijska enota Ministrstva za infrastrukturo, deluje kot osrednji povezovalni člen med različnimi deležniki v prometnem ekosistemu: upravljavci prometa, ponudniki storitev mobilnosti, razvijalci aplikacij in končnimi uporabniki. S pomočjo naprednih rešitev IKT in podatkovne infrastrukture NCUP zagotavlja zbiranje, analizo in obdelavo podatkov o prometu in prometni infrastrukturi, hkrati pa tudi njihovo kakovost in ustreznost. Pri tem uporablja standardizirane protokole in formate, ki omogočajo interoperabilnost rešitev znotraj Slovenije in na ravni Evropske Unije. Ena izmed ključnih nalog NCUP je tudi spodbujanje uporabe podatkov, dostopnih preko NAP, razvoj storitev, kot je multimodalni načrtovalnik potovanj SiMO, ter nadgradnja celotnega prometnega sistema z orodji za učinkovitejše načrtovanje, nadzor in usklajevanje prometa na vseh ravneh [43], [44].

Pomembno področje delovanja NCUP sta razvoj in uporaba nacionalnega prometnega modela. Prometni model je poenostavljena matematična predstavitev prometnega sistema, ki omogoča razumevanje in napovedovanje prometnih tokov ter posledic različnih ukrepov na omrežje. Prometni model se deli na statični in dinamični del. Statični prometni model je makroskopska predstavitev gibanja na cestnem omrežju in temelji na socioekonomskih podatkih, vozni redih ter prometni infrastrukturi, kar omogoča dolgoročne napovedi in strateško načrtovanje. Dinamični prometni model nadgrajuje podatke statičnega prometnega modela s podatki o prometu v realnem času, kot so prometne obremenitve, dogodki na cesti, trenutne vremenske razmere in informacije o cestnih zaporah. Sistem omogoča simulacijo različnih prometnih scenarijev, kratkoročne in srednjeročne napovedi prometa ter analizo vplivov večjih dogodkov ali začasnih zapor cest. S tem omogoča boljše operativno upravljanje prometa na državni ravni, posledično pa višjo pretočnost in bolj usklajeno izvajanje ukrepov [45], [46].

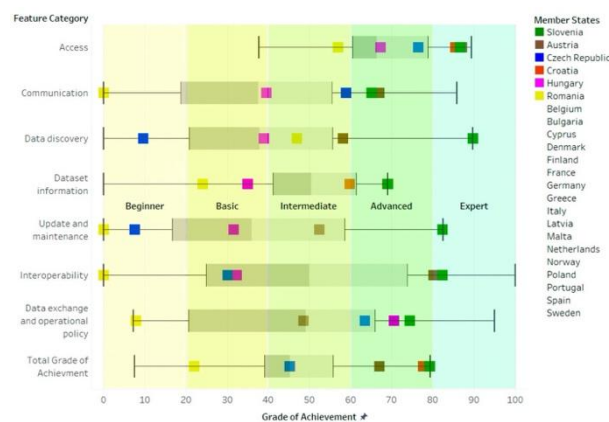
Slovenska Nacionalna točka dostopa do prometnih podatkov (NAP) je spletni portal, ki predstavlja nacionalno stičišče za prometne podatke. Deluje kot enotna vstopna točka, kjer se zbirajo in objavljajo statični in dinamični podatki različnih državnih, lokalnih ali zasebnih ponudnikov. Portal registriranim uporabnikom omogoča varen dostop do standardiziranih podatkov v formatih, kot sta DATEX II in NeTEx. Podatke lahko

razvijalci nato uporabijo pri ustvarjanju interoperabilnih rešitev, ki izboljšujejo ozaveščenost udeležencev v prometu, optimizacijo poti, nadzor nad zaporami ter varnost v prometu. NAP ima ključno vlogo pri povezovanju slovenskega prometnega prostora z evropskim. V skladu z evropskimi direktivami in delegiranimi uredbami vse države članice EU vzpostavljajo nacionalne točke dostopa, ki omogočajo čezmejno izmenjavo podatkov v standardizirani obliki. Slovenska NAP v ta namen omogoča javno objavo podatkov o stanju cest, potovalnih informacij, javnem prevozu in infrastrukturi za alternativna goriva. Na sliki 5 je grafično prikazano delovanje portala NAP, vse od zbiranja podatkov različnih ponudnikov, preverjanja njihove ustreznosti in skladnosti, objave podatkov na NAP ter na drugi strani uporabe javno dostopnih podatkov s strani razvijalcev in drugih uporabnikov [47].



Slika 5: Shema delovanja NAP.

Učinkovitost delovanja slovenske NAP je bila potrjena tudi v okviru projekta X4ITS, kjer je bila ocenjena kot ena najboljših v Evropi. Nacionalne točke dostopa do prometnih podatkov različnih držav so bile ocenjene na osmih kazalnikih uspešnosti, ki so zajemali enostavnost dostopa do podatkov, kakovost komunikacije, preglednost strukture in iskanja podatkov, ažurnost objavljenih vsebin, natančnost metapodatkov, skladnost s standardi, tehnično izmenjavo podatkov ter usklajenost z zakonodajo in jasnost pogojev uporabe.



Slika 6: Rezultati evalvacije državnih NAP v okviru projekta X4ITS [48].

Slovenija je v 6 od 8 kazalnikov dosegla najvišjo oceno, v preostalih dveh pa drugo mesto takoj za Avstrijo, kot je prikazano na sliki 6. Rezultati, prikazani na sliki 6, potrjujejo, da je slovenski portal NAP učinkovito zasnovan, dobro vzdrževan in med najbolj interoperabilnimi v Evropi, kar dodatno krepi njegovo vlogo v širšem evropskem podatkovnem prostoru [48].

#### 4.5 Aplikacije in storitve v razvoju

Pomemben del razvoja C-ITS v Sloveniji so digitalne storitve, ki uporabnikom omogočajo dostop do ažurnih prometnih informacij v realnem času. Med osrednjimi storitvami izstopajo portal DARS Promet.si in mobilna aplikacija DARS Promet+ ter mobilna aplikacija in spletni portal SiMO, ki se razvija pod okriljem NCUP.

Portal Promet.si [42] in mobilna aplikacija Promet+ [49] skupaj tvorita osrednjo informacijsko platformo za spremljanje stanja na slovenskih avtocestah. Uporabnikom omogočata vpogled v aktualne prometne razmere, pregled kamer, potovalne čase, zastoje, vremenske pogoje in druge prometne podatke in dogodke. Promet+ uporabniku omogoča, da nastavi prilagojena zvočna opozorila, sprotno navigacijo in možnost poročanja o dogodkih na poti. Pomembna lastnost aplikacije je povezava z infrastrukturo ITS oz. C-ITS, ki omogoča izmenjavo informacij V2I. Aplikacija je bila sprva testirana v profesionalnem simulatorju vožnje z uporabo tehnologije za sledenje očem, kjer so bile analizirane spremembe v vedenju voznika in njegovi odzivi ob pojavu različnih vrst opozoril. Rezultati so pokazali pozitiven vpliv na prilagajanje hitrosti in povečano pozornost voznikov na prihajajoče dogodke [28]. V naslednji fazi je bilo izvedeno tudi testiranje aplikacije na terenu, na avtocestnem odseku Postojna–Divača, ki je opremljen z infrastrukturo C-ITS. Rezultati testiranja so pokazali, da aplikacija preko prilagojenega obveščanja ter ob zagotavljanju sprotnih in zanesljivih informacij v realnem okolju pomembno prispeva k izboljšanju pozornosti in previdnosti voznikov. Uporabniki so aplikacijo ocenili kot nemotečo med vožnjo, hkrati pa enostavno in pregledno za uporabo, kar je ključno za zagotavljanje čim večje prometne varnosti [50].

Na področju trajnostne mobilnosti NCUP razvija mobilno aplikacijo SiMO [51] – celovit načrtovalnik potovanja s primarno uporabo javnega prevoza in drugih oblik mobilnosti. Aplikacija temelji na podatkih, dostopnih na NAP, in združuje različne načine prevozov v enotnem uporabniškem vmesniku. Uporabnikom omogoča iskanje optimalnih poti, primerjavo različnih načinov prevoza, dostop do voznih redov v realnem času ter možnost nastavitve parametrov glede dostopnosti, hoje in časovnih omejitev. SiMO je usmerjen v podporo mobilnosti kot storitve (ang. *Mobility as a Service – MaaS*) in omogoča tudi čezmejno načrtovanje poti preko povezovanja z nacionalnimi točkami dostopa do prometnih podatkov drugih držav, s čimer prispeva k večji uporabi javnega prometa in boljši informiranosti uporabnikov. V vmesni fazi razvoja je bilo izvedeno

preliminarno testiranje beta različice aplikacije z namenom zbiranja prvih povratnih informacij uporabnikov. Na podlagi ugotovitev so bile oblikovane ključne funkcionalnosti in opredeljen načrt nadaljnega razvoja. Po izvedenih izboljšavah je predvidena izvedba obširnejšega uporabniškega testiranja z vključitvijo različnih skupin uporabnikov in obravnavo vseh podprtih načinov prevoza [52], [53].

Obe rešitvi sta pomemben del celovitega ekosistema C-ITS in odražata prizadevanja Slovenije za prehod na digitalno podprto ter pametno in trajnostno mobilnost.

#### 4.6 Izzivi uvajanja C-ITS v Sloveniji

Kljub opaznemu napredku na področju uvajanja C-ITS v Sloveniji ostajajo odprti številni izzivi, ki pomembno vplivajo na hitrost in obseg nadaljnje implementacije. Med ključnimi izzivi izstopajo dolgoročno standardizacija podatkov, usklajevanje med različnimi deležniki ter visoki stroški integracije in vzdrževanja sistema. C-ITS predstavlja celostno pobudo, ki presega posamezne projekte in zahteva usklajeno delovanje upravljavcev cestne infrastrukture, javnega in zasebnega sektorja, ponudnikov storitev ter regulativnih institucij.

Poseben izziv je zagotavljanje kakovostnih, standardiziranih in interoperabilnih prometnih podatkov, zlasti na področju cestne infrastrukture. V Sloveniji poteka več pobud, usmerjenih v pridobivanje in izboljševanje podatkov o prometu in prometni infrastrukturi, s poudarkom na sistematičnem zajemanju manjkajočih infrastrukturnih podatkov. To vključuje digitalno skeniranje cest, posodobitev signalno-krmilnih naprav, evidentiranje voznih pasov, kategorizacijo cest ter zbiranje informacij o dostopnosti in storitvah postajališč javnega potniškega prometa.

Poseben sklop izzivov se nanaša na podatke javnega potniškega prometa, kjer je prisotna izrazita razdrobljenost podatkovnih virov in nestandardiziranih zapisov. Posamezni deležniki uporabljajo različne podatkovne modele, formate, oznake in načine posredovanja podatkov, ki pogosto niso usklajeni z aktualnimi evropskimi smernicami standardizacije C-ITS. Čeprav podatki obstajajo, so pogosto pomanjkljivi ali v obstoječi obliki težko neposredno uporabni v okviru storitev C-ITS in že razvitih mobilnih aplikacij. Po drugi strani pa prilagoditev podatkov zahteva dodatno usklajevanje z deležniki ter znatna finančna sredstva.

V okviru raziskovalnih in razvojnih projektov na področju mobilnosti vedno pogosteje ugotavljamo, da bosta ključnega pomena vključevanje in sodelovanje večjega števila deležnikov v prometu (ponudniki storitev, upravljavci infrastrukture, integratorji itd.) tako v državni kot zasebni lasti.

Vzpostavitev ključne infrastrukture je sicer pomembna, vendar brez ustreznih podatkov v standardiziranih oblikah in vključevanja vseh deležnikov v prometu enostavno ni zadostna. Zagotavljanje dolgoročno vzdržnega in standardiziranega podatkovnega ekosistema tako ostaja eden ključnih

pogojev za učinkovito širitev in operativno uvedbo C-ITS tako v Sloveniji kot tudi v mednarodnem okolju.

## 5 ZAKLJUČEK

Na podlagi številnih raziskav in testiranj, vključno s tistimi, ki smo jih izvedli v okviru projektov Laboratorija za multimedijo Fakultete za elektrotehniko v sodelovanju z DARS in NCUP, je jasno razvidno, da lahko sodobne tehnologije pomembno prispevajo k učinkovitejšemu upravljanju prometa. Ključno vlogo pri tem ima hitro in zanesljivo obveščanje vseh deležnikov v prometu, kar neposredno vpliva na boljšo pretočnost in večjo prometno varnost.

Posebno vlogo pri razvoju in uvedbi sistemov C-ITS imajo nacionalni in evropski projekti, kot je C-Roads, ki preko razvoja in usklajevanja standardov omogočajo interoperabilnost sistemov in njihovo širšo uporabnost. Kljub temu številne študije opozarjajo, da brez celostne integracije teh rešitev v informacijske sisteme vozil sama uvedba tehnologij in standardov ni dovolj. V prehodnem obdobju je možno uporabljati mobilne aplikacije kot alternativo, vendar te pogosto zahtevajo dodatno pozornost voznika, kar lahko zmanjšuje njihovo učinkovitost in celo predstavlja varnostno tveganje, še zlasti v primerih, ko mobilna naprava ni ustrezno nameščena v vozilu.

V številnih praktičnih poskusih in analizah se je pokazalo, da se vozniki ob ustreznem in pravočasnem obveščanju prek mobilnih omrežij ali tehnologije ITS-G5 pozitivno in konstruktivno odzovejo na podane prometne informacije, kar neposredno vpliva na izboljšano varnost in pretočnost prometa. Dodatno prednost predstavljajo sistemi C-ITS, ki so standardizirani na evropski in globalni ravni. Ti postajajo ključni digitalni sopotniki v vozilu, saj prinašajo inteligentne rešitve za podporo voznika pri varni, osredotočeni in učinkoviti vožnji. Omogočajo boljšo orientacijo in pravočasno odzivanje na prometne razmere ter prispevajo k zmanjšanju kognitivne obremenitve voznika. Na ta način vozniku olajšajo sprejemanje odločitev in povečujejo njegovo pripravljenost na trenutne prometne okoliščine.

## ZAHVALA

Raziskavo je delno podprla Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) v okviru programske skupine »Decentralizirane rešitve za digitalizacijo industrije ter pametnih mest in skupnosti« (P2-0425).

## LITERATURA

- [1] H. Atasayar, M. Scheibmayr, in M. Donabauer, „Annual statistical report on road safety in the EU 2025“. European Commission, 17. februar 2025. [Na spletu]. Dostopno na: [https://road-safety.transport.ec.europa.eu/document/download/17d70e9c-d9c4-4273-b497-41b61194e808\\_en?filename=ERSOnext\\_AnnualReport\\_20250227.pdf](https://road-safety.transport.ec.europa.eu/document/download/17d70e9c-d9c4-4273-b497-41b61194e808_en?filename=ERSOnext_AnnualReport_20250227.pdf)
- [2] M. Walch, A. Schirrer, in M. Neubauer, „Impact assessment of cooperative intelligent transport systems (C-ITS): a structured literature review“, *Eur. Transp. Res. Rev.*, let. 17, št. 1, str. 11, mar. 2025, doi: 10.1186/s12544-024-00702-9.
- [3] K. Anastasiadou in F. Kehagia, „Road Safety Improvement and Sustainable Urban Mobility: Identification and Prioritization of Factors and Policies Through a Multi-Criteria Approach“, *Urban Sci.*, let. 9, št. 4, Art. št. 4, apr. 2025, doi: 10.3390/urbansci9040093.
- [4] C-Roads, „The C-Roads Platform: An overview of harmonised C-ITS deployment in Europe“, AustriaTech – Gesellschaft des Bundes für technologiepolitische Maßnahmen GmbH, 2021. [Na spletu]. Dostopno na: [https://www.c-roads.eu/fileadmin/user\\_upload/media/Dokumente/C-Roads\\_Brochure\\_2021\\_final\\_2.pdf](https://www.c-roads.eu/fileadmin/user_upload/media/Dokumente/C-Roads_Brochure_2021_final_2.pdf)
- [5] N. Asselin-Miller *idr.*, „Study on the Deployment of C-ITS in Europe: Final Report“, Ricardo Energy & Environment, United Kingdom, Final report 1, feb. 2016. [Na spletu]. Dostopno na: <https://transport.ec.europa.eu/system/files/2016-10/2016-c-its-deployment-study-final-report.pdf>
- [6] A. Frötscher *idr.*, „Ecosystem for fully operational C-ITS service delivery - The infrastructure perspective“, C-Roads, mar. 2022. [Na spletu]. Dostopno na: [https://www.c-roads.eu/fileadmin/user\\_upload/media/Dokumente/C-Roads\\_operations\\_v0.91.pdf](https://www.c-roads.eu/fileadmin/user_upload/media/Dokumente/C-Roads_operations_v0.91.pdf)
- [7] A. Festag, „Cooperative intelligent transport systems standards in europe“, *IEEE Commun. Mag.*, let. 52, št. 12, str. 166–172, dec. 2014, doi: 10.1109/MCOM.2014.6979970.
- [8] K. S. Arikumar, S. B. Prathiba, S. Basheer, R. S. Moorthy, A. Dumka, in M. Rashid, „V2X-Based Highly Reliable Warning System for Emergency Vehicles“, *Appl. Sci.*, let. 13, str. 16, feb. 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/app13031950>.
- [9] J. Scholliers, M. van Sambeek, in K. Moerman, „Integration of vulnerable road users in cooperative ITS systems“, *Eur. Transp. Res. Rev.*, let. 9, št. 2, Art. št. 2, jun. 2017, doi: 10.1007/s12544-017-0230-3.
- [10] A. Vinel, N. Lyamin, in P. Isachenkov, „Modeling of V2V Communications for C-ITS Safety Applications: A CPS Perspective“, *IEEE Commun. Lett.*, let. 22, št. 8, str. 1600–1603, avg. 2018, doi: 10.1109/LCOMM.2018.2835484.
- [11] L. Conceição, J. Montenegro, P. Barradas, S. Soares, A. Bolelli, in R. Tiago, „C-ITS Services in Urban Environments: European State of Practice“, *Transp. Res. Procedia*, let. 78, str. 273–280, jan. 2024, doi: 10.1016/j.trpro.2024.02.035.
- [12] European Commission, „An EU strategy on cooperative, connected and automated mobility“. European Commission, 30. november 2016. [Na spletu]. Dostopno na: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/memo\\_16\\_3933/MEMO\\_16\\_3933\\_EN.pdf](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/memo_16_3933/MEMO_16_3933_EN.pdf)
- [13] B. Lidestam, B. Thorslund, H. Selander, D. Näsman, in J. Dahlman, „In-Car Warnings of Emergency Vehicles Approaching: Effects on Car Drivers' Propensity to Give Way“, *Front. Sustain. Cities*, let. 2, maj 2020, doi: 10.3389/frsc.2020.00019.
- [14] J. Vogt, H. D. Schotten, in H. Wiek, „Intelligent Transportation System Protocol Interoperability Evaluation“, *IEEE Open J. Intell. Transp. Syst.*, let. 6, str. 67–94, 2025, doi: 10.1109/OJITS.2025.3531549.
- [15] T. Novak, A. Reindl, M. Neubauer, in W. Schildorfer, „Towards Understanding Driver Acceptance of C-ITS Services—A Multi-Use Case Field Study Approach“, *Appl. Sci.*, let. 15, št. 14, Art. št. 14, jan. 2025, doi: 10.3390/app15147664.
- [16] C-Roads, „C-Roads Working Group 3 – Evaluation and Assessment“, Final report, jun. 2024. [Na spletu]. Dostopno na: [https://www.c-roads.eu/fileadmin/user\\_upload/media/Dokumente/C-Roads\\_WG3\\_Final\\_report\\_1.2\\_Final\\_1\\_1.pdf](https://www.c-roads.eu/fileadmin/user_upload/media/Dokumente/C-Roads_WG3_Final_report_1.2_Final_1_1.pdf)
- [17] M. Lu, O. Turetken, O. Adali, J. Castells, R. Blokpoel, in P. Grefen, „C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems) deployment in Europe-challenges and key findings“, predstavljeno na 25th ITS World Congress, Copenhagen, Denmark: 25th ITS World Congress, sep. 2018, str. 10. [Na

- spletu]. Dostopno na: <https://research.tue.nl/en/publications/c-its-cooperative-intelligent-transport-systems-deployment-in-eur>
- [18] Napcore, „DATEX II – European standard for traffic and travel information – DATEX II is the European CEN Standard for traffic and travel information“. Pridobljeno: 17. julij 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://datex2.eu/>
- [19] Transmodel, „NeTeX“. Pridobljeno: 17. julij 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://transmodel-cen.eu/index.php/netex/>
- [20] A. Tibaut in S. Guerra de Oliveira, „Tehnična specifikacija za vzpostavitev slovenskega nacionalnega profila za NeTeX“, NCUP, Slovenia, Technical specification, dec. 2020. [Na spletu]. Dostopno na: [https://www.ncup.si/\\_resources/profiles/NeTeX\\_SI\\_Profile\\_v2.pdf](https://www.ncup.si/_resources/profiles/NeTeX_SI_Profile_v2.pdf)
- [21] „SIRI – Transmodel“. Pridobljeno: 17. julij 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://transmodel-cen.eu/index.php/siri/>
- [22] C2C-CC, „CAR 2 CAR Communication Consortium“. Pridobljeno: 17. julij 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://www.car-2-car.org/>
- [23] C-MOBILE, „C-MOBILE - Supporting large-scale deployment of cooperative intelligent transport systems and services across Europe“. EU, maj 2021. [Na spletu]. Dostopno na: [https://c-mobile-project.eu/wp-content/uploads/sites/19/2021/06/C-MOBILE\\_brochure\\_210x210\\_updated2021\\_v5.pdf](https://c-mobile-project.eu/wp-content/uploads/sites/19/2021/06/C-MOBILE_brochure_210x210_updated2021_v5.pdf)
- [24] C-Roads, „Platform: C-Roads“. Pridobljeno: 30. april 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://www.c-roads.eu/platform.html>
- [25] P. Montuori *idr.*, „The use of mobile phone while driving: Behavior and determinant analysis in one of the largest metropolitan area of Italy“, *Accid. Anal. Prev.*, let. 157, str. 106161, jul. 2021, doi: 10.1016/j.aap.2021.106161.
- [26] C. A. C. Ortega, M. A. Mariscal, W. Boulagouas, S. Herrera, J. M. Espinosa, in S. García-Herrero, „Effects of Mobile Phone Use on Driving Performance: An Experimental Study of Workload and Traffic Violations“, *Int. J. Environ. Res. Public. Health*, let. 18, št. 13, Art. št. 13, jan. 2021, doi: 10.3390/ijerph18137101.
- [27] A. Khandakar *idr.*, „Portable System for Monitoring and Controlling Driver Behavior and the Use of a Mobile Phone While Driving“, *Sensors*, let. 19, št. 7, Art. št. 7, jan. 2019, doi: 10.3390/s19071563.
- [28] G. Burger in J. Guna, „Enhancing Driving Safety through User Experience Evaluation of the C-ITS Mobile Application: A Case Study of the DARS Traffic Plus App in a Driving Simulator Environment“, *Sensors*, let. 24, št. 15, Art. št. 15, jan. 2024, doi: 10.3390/s24154948.
- [29] R. Krstačić, A. Žužić, in T. Orehovački, „Safety Aspects of In-Vehicle Infotainment Systems: A Systematic Literature Review from 2012 to 2023“, *Electronics*, let. 13, št. 13, Art. št. 13, jan. 2024, doi: 10.3390/electronics13132563.
- [30] J. P. Ehsani, J. P. Michael, in E. J. MacKenzie, „The Future of Road Safety: Challenges and Opportunities“, *Milbank Q.*, let. 101, št. Suppl 1, str. 613–636, apr. 2023, doi: 10.1111/1468-0009.12644.
- [31] S. M. Simmons, A. Hicks, in J. K. Caird, „Safety-critical event risk associated with cell phone tasks as measured in naturalistic driving studies: A systematic review and meta-analysis“, *Accid. Anal. Prev.*, let. 87, str. 161–169, feb. 2016, doi: 10.1016/j.aap.2015.11.015.
- [32] O. Oviedo-Trespalacios, Md. M. Haque, M. King, in S. Washington, „Understanding the impacts of mobile phone distraction on driving performance: A systematic review“, *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.*, let. 72, str. 360–380, nov. 2016, doi: 10.1016/j.trc.2016.10.006.
- [33] C. Mylonas, M. Stavara, in E. Mitsakis, „A Quality Framework for Floating Car Data“, NAPCORE, mar. 2025. [Na spletu]. Dostopno na: [https://napcore.eu/wp-content/uploads/2025/03/2\\_M3.8%20Floating%20Car%20Data%20QF\\_v.1.1.pdf](https://napcore.eu/wp-content/uploads/2025/03/2_M3.8%20Floating%20Car%20Data%20QF_v.1.1.pdf)
- [34] Nacionalni center za upravljanje prometa (NCUP), „Tehnična specifikacija za centralni nacionalni oblak za C-ITS (central C-ITS cloud)“, NCUP, Slovenia, Technical specification, nov. 2023. Pridobljeno: 10. julij 2025. [Na spletu]. Dostopno na: [https://ncup.si/\\_resources/public\\_procurement/Vzpostavitev\\_nacionalnega\\_centralnega\\_C-ITS\\_vozlisca/240212\\_C-ITS\\_TS\\_strokovni%20dialog.pdf](https://ncup.si/_resources/public_procurement/Vzpostavitev_nacionalnega_centralnega_C-ITS_vozlisca/240212_C-ITS_TS_strokovni%20dialog.pdf)
- [35] DARS, „Prometno informacijski center“. Pridobljeno: 23. julij 2025. [Na spletu]. Dostopno na: [https://www.dars.si/Prometno\\_informacijski\\_center](https://www.dars.si/Prometno_informacijski_center)
- [36] DARS d.d., „Upravljanje s prometom in prometno varnostjo“. Pridobljeno: 29. julij 2025. [Na spletu]. Dostopno na: [https://www.dars.si/Upravljanje\\_s\\_prometom](https://www.dars.si/Upravljanje_s_prometom)
- [37] C-Roads, „C-Roads Slovenia“, Slovenia - C-Roads Slovenia: C-Roads. Pridobljeno: 30. april 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://www.c-roads.eu/deployments/core-members/slovenia/Partner/project/show/c-roads-slovenia.html>
- [38] X4ITS, „X4ITS – Central European Cross-border Cooperation for ITS“. Pridobljeno: 14. julij 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://x4its.eu/>
- [39] M. Ayaida in J. Schappacher, „C-ITS Cross-Border Testing and Validation Concept“, C-Roads, apr. 2022. [Na spletu]. Dostopno na: <https://www.c-roads.eu/platform/about/news/News/entry/show/release-20-of-c-roads-harmonised-c-its-specifications.html>
- [40] C-Roads WG2, „C-ITS IP Based Interface Profile Version 2.0.5“, C-Roads, okt. 2022. [Na spletu]. Dostopno na: <https://www.c-roads.eu/platform/about/news/News/entry/show/release-20-of-c-roads-harmonised-c-its-specifications.html>
- [41] DARS, „Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji“. Pridobljeno: 30. april 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://www.dars.si/>
- [42] DARS, „Promet.si“. Pridobljeno: 3. maj 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://www.promet.si>
- [43] NCUP, „Nacionalni center za upravljanje prometa“. Pridobljeno: 15. julij 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://www.ncup.si/>
- [44] NCUP, „NAP - EU projekti“. Pridobljeno: 22. julij 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://www.nap.si/sl/about>
- [45] PTV Group, „PTV Optima creates real-time dynamic traffic model for Slovenia“. Pridobljeno: 18. julij 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://www.ptvgroup.com/en/resources/references/ptv-optima-dynamic-traffic-model-for-slovenia>
- [46] NCUP, „Prometni model“. Pridobljeno: 22. julij 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://ncup.si/sl/traffic-model>
- [47] NCUP, „NAP - Kaj je nacionalna točka dostopa?“. Pridobljeno: 22. julij 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://www.nap.si/sl/about-nap>
- [48] X4ITS, „Harmonised Data Exchange in EUROPE“. X4ITS, julij 2025. [Na spletu]. Dostopno na: [https://x4its.eu/wp-content/uploads/2025/07/X4ITS\\_fact\\_sheet\\_2\\_final.pdf](https://x4its.eu/wp-content/uploads/2025/07/X4ITS_fact_sheet_2_final.pdf)
- [49] DARS, „Aplikacija Promet+“, Promet.si. Pridobljeno: 15. april 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://www.promet.si>
- [50] LMMFE, „Developing, testing and promoting the future of road transport“, Multimedija.info. Pridobljeno: 18. julij 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://multimedija.info/en/2023/01/16/developing-testing-and-promoting-the-future-of-road-transport/>
- [51] Nacionalni center za upravljanje prometa (NCUP), „SiMO - Slovenski multimodalni načrtovalnik potovanj“. Pridobljeno: 15. april 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://www.simo.si/>
- [52] NCUP, „NAP - Multimodalne storitve“. Pridobljeno: 22. julij 2025. [Na spletu]. Dostopno na: <https://www.nap.si/sl/multimodal>
- [53] Ž. Juvan, S. Klavžar, M. Pogačnik, in K. Pečnik, „Accessible Multimodal Journey Planner: Prioritizing Inclusive UI Design“, v *Zbornik 26. mednarodne multikonference*, Ljubljana: Informacijska družba - IS 2023, nov. 2023, str. 41–44. [Na spletu]. Dostopno na: [http://library.ijs.si/Stacks/Proceedings/InformationSociety/2023/IS2023\\_Volume-H%20-%20DIGIN.pdf](http://library.ijs.si/Stacks/Proceedings/InformationSociety/2023/IS2023_Volume-H%20-%20DIGIN.pdf)

**Klemen Pečnik** je raziskovalec in asistent na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani ter vodja Multimedijskega centra v Laboratoriju za multimedijo. Ukvarja se z avdio-video produkcijskimi sistemi, načrtovanjem hibridnih multimedijskih arhitektur, IP temelječih multimedijskih in oddajnih sistemov ter rešitvami za zagotavljanje dostopnosti. Dejaven je tudi na področju mobilnosti in C-ITS, kjer se posveča tehničnim standardom, uvajanju novih storitev ter vidikom uporabniške izkušnje in zagotavljanja dostopnosti.

**Žana Juvan** je raziskovalka na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, kjer se ukvarja z zagotavljanjem dostopnosti in načrtovanjem uporabniške izkušnje v digitalnih okoljih. Njeno delo zajema oblikovanje uporabniških vmesnikov, uporabo 3D-tehnologij, avdio-video produkcijo, fotografijo ter 360° produkcijo in izdelavo navideznih sprehodov. Dejavno sodeluje na področju mobilnosti in C-ITS, kjer načrtuje dostopne rešitve, v raziskovalnem delu pa razvija pristope za izboljšanje dostopnosti storitev mobilnosti za gluhe in naglušne.