

Informacijska sigurnost autonomnih vozila

Todorić, Josip

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:432323>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-06-01**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD
INFORMACIJSKA SIGURNOST AUTONOMNIH
VOZILA
CYBER SECURITY OF AUTONOMOUS VEHICLES

Mentor: doc.dr.sc. Pero Škorput

Student: Josip Todić
JMBAG: 0135240372

Zagreb, rujan 2020.

Sažetak

Autonomno vozilo je vozilo, koje sve upravljačke funkcije, koje inače izvršava čovjek, obavlja samostalno. Neke od značajki autonomnog vozila su očuvanje okoliša te prikupljanje informacija, odnosno komunikacija s drugim vozilima. Većina autonomnih vozila u razvoju koriste kombinaciju kamera, senzora, GPS-a, radara, LiDAR-a te različitih oblika računala na vozilu. Sve te tehnologije zajedno rade na određivanju položaja vozila i njegove udaljenosti od objekata oko njega.

Autonomna vozila su podložna „cyber“ napadima. Ono što se nerijetko događa je otkrivanje slabosti u određenoj vrsti vozila ili u informacijskom sustavu tvrtke od strane „napadača“. Ovaj nedostatak može dovesti do kriminalnih ili čak terorističkih djela, koja uzrokuju brojne negativne posljedice. Koncept „cyber“ sigurnosti koristi biometrijske podatke za provjeru autentičnosti, komunikaciju te pohranjene i generirane podatke, koji se temelje na prepoznavanju zjenice oka. Sustav prepoznavanja zjenice oka pruža i druge informacije te osobne podatke o vozačima, kao što su „umoran vozač“ i „uspavan vozač“, a osmišljen je za informacijsku zaštitu komunikacije između vozila i vozila i vozila-okruženja.

Ključne riječi: autonomno vozilo, informacijska sigurnost, GPS, LiDAR, autonomna vožnja

Summary

An autonomous vehicle is a vehicle that performs all tasks, which are normally performed by humans, independently. Some of the features of an autonomous vehicle are the preservation of the environment and the collection of information, which means communication with other vehicles. Most autonomous vehicles in development use a combination of cameras, sensors, GPS, radar, LiDAR and various forms of on-board computers. All these technologies work together to determine the position of the vehicle and its distance from the objects around it.

Autonomous vehicles are susceptible to "cyber" attacks. What often happens is the detection of weaknesses in a particular type of vehicle or in the company's information system by "attackers". This shortcoming can lead to criminal and even terrorist acts, which cause a number of negative consequences. The concept of "cyber" security uses biometric data for authentication, communication and stored and generated data, based on pupil recognition. The pupil recognition system also provides other informations and personal informations about drivers, such as "tired driver" and "sleepy driver", and is designed to protect the information between vehicle and vehicle communication and the vehicle and environment communication

Keywords: autonomous vehicle, information security, GPS, LiDAR, autonomous driving

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. DRUŠTVENI ZAHTJEVI I PRAVNI OKVIRI AUTONOMNE VOŽNJE.....	3
2.1. Etički aspekti uvođenja autonomnih vozila	8
2.2. Zakonodavstvo, standardi i smjernice za uvođenje autonomnih vozila	9
2.3. Iskustva razvijenih zemalja na području zakonodavstva, standarda i smjernica uvođenja za uvođenje autonomnih vozila.....	10
3. KORISNIČKI ZAHTJEVI I TEHNIČKO – TEHNOLOŠKI KONCEPTI AUTONOMNIH VOZILA I AUTONOMNE VOŽNJE	14
3.1. Korisnički zahtjevi.....	14
3.2. Tehničko tehnološki koncepti.....	17
3.3. Razine autonomne vožnje	19
4. SIGURNOSNI ASPEKTI AUTONOMNE VOŽNJE	23
5. ANALIZA STRATEGIJA UVOĐENJA AUTONOMNIH VOZILA.....	29
5.1. Počeci uvođenja autonomnih vozila	29
5.2. Tehnološki aspekti uvođenja autonomnih vozila	31
5.3. Komunikacijski aspekti autonomnih vozila	34
6. ZAKLJUČAK	38
7. LITERATURA	40
8. POPIS SLIKA.....	41

1. UVOD

Autonomno vozilo je vozilo, koje je sposobno autonomno prepoznavati elemente iz svoje okoline, kao što su druga vozila, prometni znakovi, prometna infrastruktura te poštivati prometna pravila, odnosno upravljati vozilom autonomno bez ljudske intervencije. Fizička nazočnost vozača u autonomnom vozilu nije nužna, kao što nije nužno ni izvođenje upravljačkih aktivnosti od strane vozača [1].

Termin „potpomognuta vožnja“ često se upotrebljava umjesto termina „autonomna vožnja“. Automobil, koji vozi potpomognuto sustavima pomoći vozaču, može voziti u nekim ili čak svim situacijama, ali vozač mora uvijek biti prisutan i spreman preuzeti kontrolu nad vozilom [1].

Ovaj završni rad sastoji se od šest poglavlja. Nakon uvoda, u drugom poglavlju, objašnjavaju se društveni zahtjevi i pravni okviri autonomne vožnje te se dotiče problematika zakonodavnih standarda i smjernica autonomnih vozila. Povećanje broja autonomnih vozila predstavlja potencijal za dramatično smanjenje emisije CO₂. Stručnjaci su identificirali tri trenda, koja će, ako se istodobno usvoje, osloboditi puni potencijal autonomnih vozila, a to su: automatizacija vozila, elektrifikacija vozila i dijeljenje vožnje.

Do 2050. godine ove tri revolucije u gradskom prijevozu bi trebale:

- smanjiti zagušenje prometa (30% manje vozila na cesti)
 - smanjiti troškove prijevoza za 40% (u smislu vozila, goriva, infrastrukture)
 - poboljšati mogućnost prodiranja i iskoristivost
 - osloboditi parkirališta za druge namjene (škole, parkovi, društveni centri)
- smanjiti emisiju CO₂ za 80% u gradovima širom svijeta

U trećem poglavlju objašnjavaju se tehničko – tehnološki koncepti autonomnih vozila i autonomne vožnje. Autonomna vozila su, za razliku od potpuno autonomnog vozila (razina 5), koji vozi potpuno samostalno, podložna geofitingu. Geofiting je upotreba Globalnog sustava pozicioniranja (GPS) za stvaranje virtualnih granica oko lokacije. Međutim, problem geofitinga je narušavanje privatnosti vlasnika vozila, što može dovesti do ozbiljnijih problema.

Lidar senzori (detekcija svjetlosti i dometi) odbijaju svjetlosne impulse iz okoline automobila kako bi izmjerili udaljenosti, otkrili rubove ceste i identificirali oznake traka. Ultrazvučni senzori u kotačima otkrivaju pločnike i druga vozila prilikom parkiranja. Međutim, Lidar još uvijek pokušava uspostaviti pravu ravnotežu između raspona i razlučivosti svjetlosnih impulsa.

Nadalje, u četvrtom poglavlju obrađuju se sigurnosni aspekti autonomne vožnje. Autonomna vozila oslanjaju se na senzore, pogone, složene algoritme, sustave strojnog učenja i moćne procesore za izvršavanje softvera. Također, stvaraju i održavaju kartu svog okruženja na temelju različitih senzora, koji se nalaze u različitim dijelovima vozila. Radarski senzori prate položaj vozila u blizini. Video kamere otkrivaju semafore, čitaju prometne znakove, prate druga vozila i uočavaju pješake.

Peto poglavlje iznosi analizu sigurnosti uvođenja autonomnih vozila u promet. Tehnologije autonomnih vozila morat će proći kroz još nekoliko faza da bi postale široko dostupne u prodaji, pouzdane i pristupačne. Posljednje, šesto poglavlje, donosi zaključak o informacijama prikupljenim pisajući ovaj rad.



Izvor: <https://mreza.bug.hr/autonomna-vozila-nisu-tako-daleka-buducnost/>

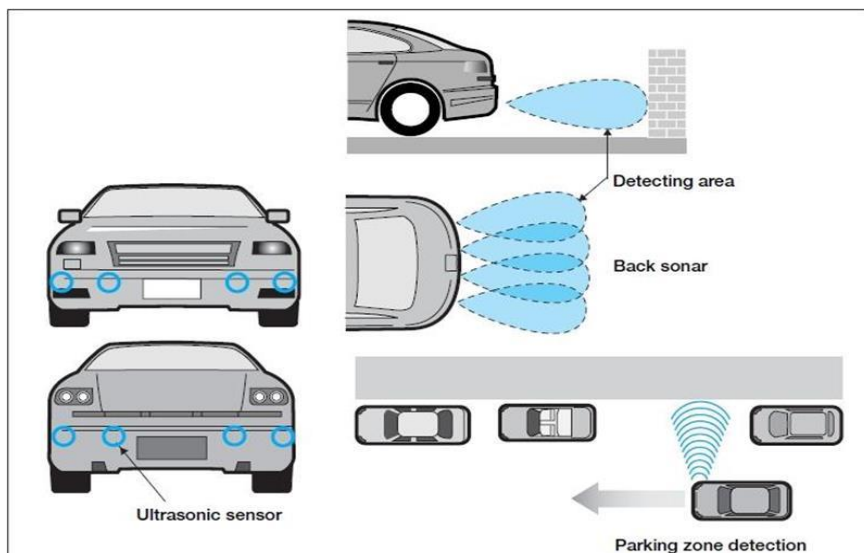
Slika 1. Unutrašnjost autonomnog vozila

Sofisticirani softver obrađuje sve podatke, crta putanju i šalje upute aktivatorima automobila, koji kontroliraju ubrzanje, kočenje i upravljanje. Kodirana pravila, algoritmi za izbjegavanje prepreka, prediktivno modeliranje i prepoznavanje objekata pomažu softveru da slijedi prometna pravila i navigaciju prometnom sustavu [3].

2. DRUŠTVENI ZAHTJEVI I PRAVNI OKVIRI AUTONOMNE VOŽNJE

Informacijska sigurnost je najvažniji zahtjev autonomnih vozila. Jedna od najvećih barijera bržem uvođenju autonomnih vozila je njihova društvena prihvatljivost i povjerenje u tehničko-tehnološke sustave, koji su ugrađeni u autonomna vozila. Sigurnosni standardi, koji su se do sada primjenjivali u autoindustriji, ne zadovoljavaju zahtjeve autonomnih vozila i nužno je njihovo unaprijeđivanje u smislu iznimno strogih sigurnosnih standarda, koji se postavljaju pred autonomna vozila i autonomne oblike vožnje. Postoji nekoliko standarda, poput ISO 26262, koji određuju sigurnosne norme za cestovna vozila. ISO 26262 osigurava visok stupanj sigurnosti ugrađen u automobilske komponente. To bi značilo da je vozilo zaista sigurno i kao takvo društveno prihvatljivo [4].

Kada je riječ o hardverskom i hardversko-softverskom sustavu, većinom se raspravlja o cijenama laserskih radara u usporedbi s kamerama ili ultrazvučnim senzorima. Laserski radari su vrlo skupi, ali isporučuju visokokvalitetne podatke u raznim vremenskim uvjetima [4].



Slika 2. Prikaz ultrazvučnih senzora u automobilu

Izvor: <https://www.newelectronics.co.uk/electronics-technology/an-introduction-to-ultrasonic-sensors-for-vehicle-parking/24966/>

Ultrazvučni senzori ili kamere manje su precizni i osjetljivi prilikom loših vremenskih uvjeta. U naprednim sustavima potpomognute vožnje, vozač bi preuzeo kontrolu, ukoliko vozilo ne bi moglo samostalno riješiti nastalu rizičnu situaciju.

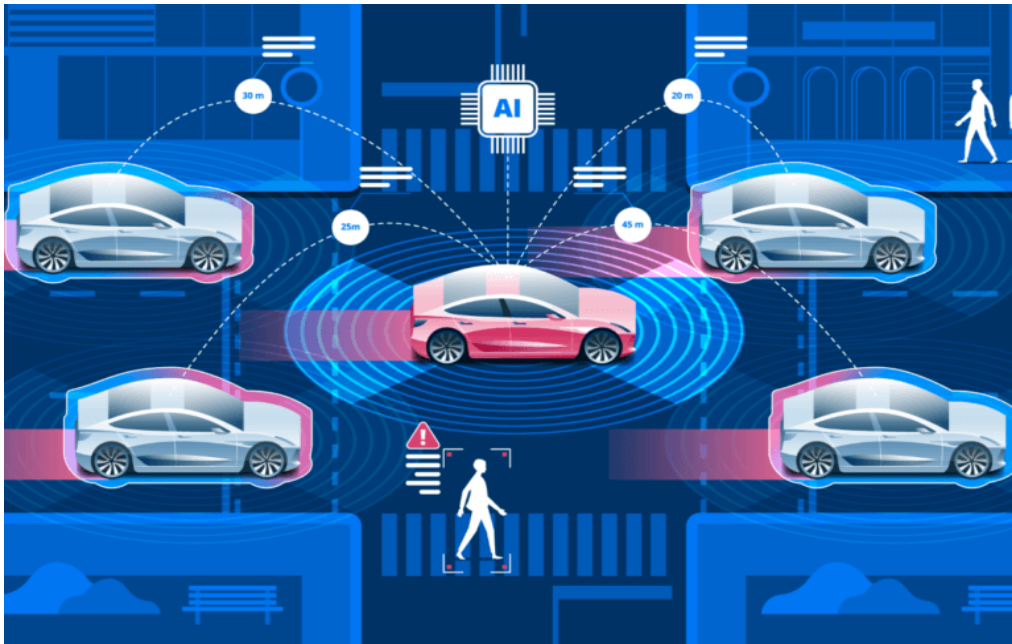
Ekonomski aspekti mogu se smatrati najvećim prioritetom. Korištenje jeftine opreme moglo bi dovesti do donošenja pogrešnih odluka. Ukoliko pretpostavimo da pogrešna odluka vezana za odabir neodgovarajućih tehnoloških komponenti može dovesti do gubitka ljudskih života ili imovine, odabir jeftine komponente mogao bi stoga biti etički neprihvatljiv[3].

Temeljni zahtjev autonomnih vozila je sigurnost, odnosno sigurnost aplikativne podrške i tehničkih komponenti nužnih za autonomnu vožnju [3].

Informacijska sigurnost se temelji se na sljedećih osam osnovnih načela:

- Organizacijsku sigurnost određuju, njome upravljaju i promiču Odbor za promet i turizam, Odbor za unutarnje tržište i zaštitu potrošača, Odbor za industriju, istraživanje i energetiku i sl.
- Sigurnosni rizici procjenjuju se i njima se upravlja na razini dobavljača i opskrbnih lanaca
- Nužna je briga o ugrađenim sustavima tijekom cijelog životnog ciklusa autonomnog vozila.
- Sve organizacije, uključujući proizvođače, dobavljače i potencijalne treće strane, rade zajedno na poboljšanju sigurnosti sustava
- Sustavi su dizajnirani koristeći vrlo zahtjevne mehanizme zaštite
- Sigurnošću aplikativne podrške upravlja se tijekom njegovog životnog ciklusa
- Pohrana i prijenos podataka su sigurni i mogu se kontrolirati samo od strane autoriziranih subjekata
- Sustav je dizajniran tako da bude otporan na napade i reagira na odgovarajući i siguran način kad njegove niže razine informacijske obrane ili senzori budu kompromitirani od strane napadača ili bilo kojeg drugog izvora, koji uzrokuje otkaz ili djelomični prestanak rada [4].

Najsigurniji sustav je onaj, koji je „isključen iz mreže“. Također, bilo bi neetično da na automobilu nije ažurirana njegova aplikativna podrška, odnosno najnovija verzija upravljačkog softvera, naročito ako se uoče pogreške, koje mogu uzrokovati teške posljedice, kao što je gubitak ljudskog života, velike materijalne štete i slično [2].



Slika 3. Ilustrativni primjer skeniranja podataka okoline autonomnog vozila

Izvor: <https://www.autovision-news.com/safety/pave-study/>

Kako bi se omogućila komunikacija u prometu i ažuriranje softvera, potrebno je povezivanje. Štoviše, povezana vozila mogu primati informacije iz drugih sustava, koji će poboljšati razumijevanje stvarnosti, otvarajući tako nove i obećavajuće sigurnosne scenarije [4].

Što više podataka vozilo obrađuje, to se više može utjecati na zaštitu podataka i privatnosti. Na primjer, senzor koji otkriva prepreke, poput ljudskih bića ispred automobila, temelji se na vizualnim informacijama. Čak bi i uporaba jednog senzora mogla narušiti privatnost ako se podaci zabilježe, prijave i/ili distribuiraju bez pristanka uključenih osoba [3].

Povjerenje je problem, koji se pojavljuje u različitim oblicima u autonomnim vozilima. Čovjek bi mogao definirati gdje automobil mora ići, ali autonomno vozilo će donijeti odluke o tome kako doći na odredište, slijedeći dane propise i zakone. Međutim, automobil koji potpomognuto vozi može već distribuirati podatke kao što su ciljane lokacije na brojne vanjske usluge, poput podataka o prometu ili navigacijskih podataka, koji se koriste u proračunu rute [5].

Transparentnost je od središnjeg značaja za mnoge prethodno navedene izazove. Bez transparentnosti, nijedan od njih ne bi se mogao analizirati, jer bi nedostajali važni podaci [5].

U povezanim vozilima postoje različite razine, koje treba uzeti u obzir u svrhu pouzdanosti. Na prvom mjestu je dijagnostika vozila, koja može biti podvrgnuta kvarovima. Zatim, senzori na vozilima, koji omogućuju osjetiti okolinu vozila i konačno, podaci koji dolaze od vanjskih subjekata, poput ostalih vozila i cestovne infrastrukture. Pristupi pouzdanosti trebali bi uzeti u obzir sve ove razine [5].

U slučaju autonomnih vozila, odgovornost će biti redefinirana. Pitanje je kako će se definirati odgovornost u slučaju incidenata i nesreća. Što se tiče etičkih aspekata odgovornosti, puno se može naučiti iz postojeće robotike i rasprave o odgovornosti u autonomnim robotima [5].

Detaljni programi osiguranja kvalitete, koji pokrivaju sve relevantne korake, moraju biti razvijeni, kako bi se osigurale komponente visoke kvalitete. Jedan dio postupka osiguranja kvalitete tiče se sastavljanja dijelova. Svi dijelovi vozila dizajnirani su, izrađeni te zatim sastavljeni u automobil. Uobičajeno vozilo danas ima više od 100 elektroničkih upravljačkih jedinica, koje su, primjerice, odgovorne za upravljanje motorom, brisačima, navigacijskim sustavom ili nadzornom pločom [5].

Dijelove obično proizvodi ne jedan, već mnoštvo proizvođača. To zahtijeva opsežan proces dizajniranja i razvoja, koji opet uključuje različite discipline, kao što su inženjering zahtjeva, softverski inženjering ili upravljanje projektima. To je sveukupan i opsežan proces, koji sadrži etička pitanja i izazove. Dakle, potrebno je uključiti etičke rasprave u cjelokupni proces, ali i u sve podprocese [5].

Povećavanje automatizacije vozila može se razumjeti kao inovacijski proces, koji na kraju može dovesti do autonomnih ili poluautonomnih vozila. Inovacije se mogu klasificirati prema vrsti inovacije, fazi inovacije ili veličini inovacije [6].

Inovacijski procesi oblikuju mnoštvo čimbenika. Uključuju mreže sudionika, institucionalne okvire i tehnološki razvoj, kako unutar inovacijskog sustava, tako i izvan njega. Može postojati koevolucijski razvoj inovacija i utjecajnih čimbenika [7].

Automatizirane tehnologije desetljećima su ugrađene u automobile, uključujući kočnice protiv blokiranja, sigurnosni sustav stražnjeg alarma, sustave upozoravanja odstupanja i prilagodljivi tempomat. Informacijske i komunikacijske tehnologije vjerojatno će omogućiti brzu primjenu nekih automatiziranih tehnologija, kao što je već slučaj s automatiziranim kočnim sustavima[7].

Tehnologije automatizirane vožnje mogu poboljšati reakciju prilikom incidentnih situacija u prometu, poboljšati sustave javnog prijevoza i optimizirati intermodalni putnički prijevoz. Tehnologija autonomnih vozila sada se brzo razvija. Razvoj autonomne tehnologije vozila kreće se od minimalnih do revolucionarnih promjena postojećih sustava [4].

Ovisno o stanju tehnologije i stupnju njezine primjene, različite su implikacije na politike i regulatorne potrebe. Različiti tehnološki načini upotrebe postavljaju različite zahtjeve prema političkom sustavu. Dodatne tehnološke promjene obično se mogu riješiti relativno malim promjenama postojećih regulatornih okvira [5].

Radikalnije tehnološke promjene, poput potpuno autonomnog vozila, zahtijevat će dublje regulatorne intervencije, kao i prihvaćanje od strane društva. Informacijske i komunikacijske tehnologije, koje se koriste u autonomnim vozilima, također bi mogle pokrenuti različita pitanja vezana uz zaštitu i pohranu podataka, iako će to uvelike ovisiti o vrsti tehnologije koja se koristi [6].

Svakako, jedna od promjena vidljivih u vezi s pojavom tehnologije autonomnih vozila je pojava novih dionika (stakeholdera). Uključene tehnologije proširile su polje aktera, uključenih u prometne politike i dovele do stvaranja novih političkih koalicija. Različiti proizvođači automobila nadmeću se u razvoju prototipova i međusobno surađuju u nastojanju da se postigne povoljnije regulatorno okruženje za testiranje tehnologije autonomnih vozila [7].

Neki proizvođači predviđaju komercijalizaciju autonomnih vozila u narednim godinama, iako postoji znatna neizvjesnost o tome kada će ta tehnologija postati komercijalno dostupna. Uvjeti komercijalizacije također se mogu značajno razlikovati od zemlje do zemlje, ovisno o uvjetima cestovnog prometa. Iako postoje mnoga pitanja o tome je li komercijalizacija u skoroj budućnosti realna, stručne zajednice pozivaju regulatore da se pripreme [3].

U nekim se jurisdikcijama (posebno u Sjedinjenim Američkim Državama) poduzimaju rani pripremni koraci za potencijalne dublje regulatorne promjene. Brzina i kvaliteta napretka u tehnologijama autonomne vožnje utjecat će na zahtjeve za političkom intervencijom i upravljanjem [4].

Česte političke intervencije vođene su tehnološkim napretkom. U slučaju postupnog razvoja tehnologije, može se dogoditi paralelni proces inkrementalnih regulatornih promjena, odluka o licenciranju, povećanju ili smanjenju financijskih i drugih shema političke potpore [2].

Potencijalne tehnološke promjene mogu se istražiti iz perspektive teorije inovacija sustava, gdje se inovacije shvaćaju kao rezultat multilateralnih interakcijskih procesa između tvrtki, industrija, organizacija i institucionalnih okvira [1].

U slučaju revolucionarnijih tehnoloških dostignuća, koji rezultiraju značajnim promjenama statusa quo, političari će možda biti prisiljeni donositi brze i važne regulatorne odluke, s malo vremena za pripremu ili učenje i s malo postojećih iskustava. U nekim se slučajevima politički akteri mogu odlučiti na pokušaj ubrzavanja razvoja određenih tehnologija i na njihovu veliku primjenu [2].

2.1. Etički aspekti uvođenja autonomnih vozila

Autonomna vozila utjecat će na tržišta rada, posebice za taksiste, vozače i vozače kamiona. Percepcija automobila će se u potpunosti promijeniti. Ideja da postoji vozilo specijalizirano za specifičnu upotrebu, primjerice „off road“, gradsku vožnju te duga putovanja može postati privlačna [3].

Sve ovo može utjecati na poslovni model proizvođača automobila i njihovo tržište. Očekuje se brzo smanjivanje učestalosti nesreća pa bi osiguranje automobila moglo gubiti na važnosti. To će utjecati na osiguravajuća društva u smislu poslova i poslovanja. Postoji povijesna paralela s procesom industrijalizacije i automatizacije, a postoje i iskustva, koja mogu pomoći u predviđanju i boljem planiranju procesa tranzicije [8].

Pri odlučivanju autonomnih vozila, u obzir se mora uzeti zabrinutosti ljudi. Pružajući putnicima mogućnost „miješanja“ u odluke automobila koji voze, dajemo putniku kontrolu nad svim situacijama (primjerice pritisnuti ili ne pritisnuti gumb) [4].

U kontekstu osobnog upravljanja računalom, odluka autonomnog vozila može biti bolja, a može biti i gora od ljudske. Važno je odrediti u kojem stupnju bi čovjek trebao imati kontrolu nad vozilom, što će se uzeti u obzir pri odlučivanju o dizajnu osobnih automobila [5].

Automobilska industrija ima visoko konkurentno tržište. Kriteriji za kupnju bit će različiti, ovisno o vlasništvu [9].

2.2. Zakonodavstvo, standardi i smjernice za uvođenje autonomnih vozila

Današnji regulatorni instrumenti u području prometa i transporta temelje se na pretpostavci o vozilima kojima upravljaju ljudi. Dana 14. travnja 2016. države članice EU podržale su Amsterdamsku deklaraciju, koja se bavi zakonodavnim okvirima, uporabom podataka, odgovornosti, razmjenom znanja i prekograničnim testiranjem novih tehnologija [2].

Strategija se oslanja na strogo praćenje ponašanja automobila, dok su detalji provedbe u odgovornosti proizvođača. To, između ostalog, znači da dizajn i primjena softvera treba slijediti etičke smjernice [2].

Diljem Europe radi se na pripremi autonomnih vozila koja će biti spremna za javnu upotrebu. Neupitna je pojava automobila bez vozača na cestama, samo je pitanje vremena kada će se oni pojaviti [1].

Međutim, zemlje diljem kontinenta žele biti vodeće na tom polju, razvijajući tehnologiju autonomne vožnje. Proizvođači automobila rade zajedno s vladama i istraživačkim institucijama, a nova poduzeća pokreću većinu programa financiranja [2].

No, potrebno je u potpunosti prilagoditi zakonodavstvo, koje će osigurati zakonsku regulativu autonomne vožnje. "Autonomna i povezana vožnja neće se dogoditi sama od sebe i trebamo stvoriti pravi okvir za simuliranje napretka", kaže Carlos Moedas, europski povjerenik za istraživanje, znanost i inovacije [2].

Zakoni će dovesti do pojačane komunikacije između država članica EU-a, jer se očekuje da vozila voze putnim sustavima različitih zemalja. Da bi se to dogodilo, zemlje trebaju uskladiti svoje programe. Neki su u naprednijoj fazi, dok se drugi testiraju u različitim područjima [3].

2.3. Iskustva razvijenih zemalja na području zakonodavstva, standarda i smjernica uvođenja za uvođenje autonomnih vozila

Velika Britanija je osnovala vladin odjel, Centar za povezana i autonomna vozila (CAV) i radi na zakonodavstvu, koje bi omogućilo testiranje na autocestama u zemlji. Postoje i programi testiranja u gradovima, uključujući London i Coventry, s istraživačkim organizacijama, koje su osnovane za razvoj tehnologije i sustava [10].

Cilj projekata vlade Velike Britanije je pružiti unaprjeđenje za spektar izazova vezanih uz povezivanje, automatizaciju i značajke mnogih vrsta vozila, od malih potpornih spremnika, do HGV-a [10].

TSC je središte izvrsnosti poduprto od strane vlade, koje je pomoglo u stvaranju i isporuci ambicioznih i pionirskih projekata povezanih i autonomnih vozila (CAV) u Velikoj Britaniji. To pomaže u isporuci tehnologije i podupire razvoj infrastrukture u zemlji [10].

Njemački nacrt zakona o autonomnim vozilima donesen je u lipnju 2017., izmjenom postojećeg Zakona o cestovnom prometu, kojim se definiraju zahtjevi za visoko i potpuno automatizirana vozila, a istovremeno uključuju i prava vozača. [10]

Nacrt definira što je visoko, a što potpuno autonomno vozilo i navodi da takva tehnologija mora biti u skladu s prometnim propisima te mora prepoznati kada vozač treba preuzeti kontrolu i o tome ga obavijestiti na vrijeme. Također, ta ista tehnologija dozvoljava vozaču da u svakom trenutku ručno prebaci ili isključi autonomni način vožnje. [10]

Gradska regulatorna tijela donose trenutno zakonodavstvo o autonomnim ispitivanjima. Neki su odobrili pilotske flote, koje djeluju na privatnom vlasništvu i služe kao primjer šireg prihvaćanja, uključujući usluge prijevoza u interakciji s pješacima i biciklima. [10]

Međutim, trenutna savezna vlada planira stvoriti infrastrukturu pogodnu za potpuno autonomna vozila razine 5 do kraja zakonodavnog razdoblja. Njemačka također ima za cilj proširiti testiranje autonomnih vozila te eksperimentira s komunikacijom između vozila i vozila putem mobilnih 5G mreža. [10]



Izvor: <https://www.vecernji.hr/techsci/sto-sve-morate-znati-o-5g-mrezi-1358185>

Slika 4. Ilustracija 5G mreže

Zahvaljujući 5G tehnologiji, u perspektivi će se povezivati milijarde objekata i sustava u ključnim sektorima, kao što su energetika, promet, bankarstvo i zdravstvo. 5G će značiti kvantni skok u automobilskim tehnologijama. Omogućiti će autonomnu vožnju, odnosno, pravodobno će upozoriti vozilo u autonomnom načinu vožnje, da je ispred njega zapreka i da će brzo morati promijeniti smjer. To će biti moguće zahvaljujući informacijama dobivenim od senzora s drugih vozila ili postavljenih uz cestu. Zahvaljujući 5G tehnologiji, moguća je pametna kontrola prometa, što podrazumijeva izravnu komunikaciju vozila u prometu i vozila sa signalizacijom. [11]

Vozila razine 4, ona s gotovo potpunom autonomijom, koristit će se na cestama širom Francuske, bez vozača, kako nalaže trenutna zakonska regulativa. Trenutno samo neke tvrtke u zemlji mogu testirati autonomna vozila. Iako se provode na javnim cestama, ograničena su vremenom i lokacijom, kako bi se otklonila opasnost za ostale sudionike u prometu. [11]

Francuska vlada podržava razvoj osobnih automobila s ciljem raspoređivanja visoko automatiziranih vozila na javnim cestama između 2020. i 2022. godine.

U Francuskoj se od 2014. godine odvijalo više od 50 testnih projekata autonomnih vozila, uključujući robotaksije, autobuse i privatna vozila. Vlada je na raspolaganje stavila 40 milijuna eura za pomoć u subvencioniranju novih projekata.

Španjolska radi na proširivanju pravila za samostalno upravljanje vozilima, kao i na dodavanju izmjena zakona o osiguranju radi pružanja općeg pravnog okvira za tu tehnologiju.

Regulacija autonomnih vozačkih ispita trenutno proizlazi iz upute, koju je 2015. godine odobrio General Direccion de Trafico (DGT). Pravilo obuhvaća sve automobile, koji se voze do razine 5, što znači potpunu autonomiju na svim cestama i u bilo kojim uvjetima. [11]

Italija je svoj prvi zakon, koji regulira testiranje autonomnih vozila, donijela u veljači prošle godine. Aktivnost će biti dopuštena na 'određenim cestama', pod uvjetom da ih cestovne ovlasti odobre, dajući posljednju riječ nad postupkom ispitivanja. Također, nadzornik će u svakom trenutku moći preuzeti kontrolu nad automobilom.

Proizvođači automobila i istraživački centri morat će izjaviti da je tehnologija u potpunosti spremna za testiranje. To znači da se u obzir moraju uzeti faktori poput obojanih linija, znakova zaustavljanja i prometnih signala, kao i ograničenja brzine. Testove mora odobriti talijansko ministarstvo infrastrukture i prometa, a vozila moraju biti homologirana u izvornom obliku prije upotrebe [7].

3. KORISNIČKI ZAHTJEVI I TEHNIČKO – TEHNOLOŠKI KONCEPTI AUTONOMNIH VOZILA I AUTONOMNE VOŽNJE

3.1. Korisnički zahtjevi

Zahtjevi su potrebe ili očekivanja kupaca u vezi s proizvodom, razvijenim u određenoj industriji. U ovom je slučaju proizvod, koji je razvila industrija, autonomni automobil. Dva su glavna razloga zašto su za određeni proizvod potrebni zahtjevi, a to su:

- određeni proizvod zahtijeva određene funkcije ili kvalitete
- kupac želi da ti zahtjevi budu dio razvoja proizvoda. [7]

Stoga su zahtjevi, koji se temelje na potrebama korisnika, ključni za stvaranje i razvoj autonomnog automobila. Zahtjevi se sastoje od dvije klasifikacije: funkcionalni zahtjevi i nefunkcionalni zahtjevi. Funkcionalni zahtjev je radnja, koju proizvod mora poduzeti, ako želi biti koristan svom korisniku [8].

Odnosi se na sve radnje, poput izračuna, tehničkih detalja ili drugih specifičnih funkcionalnosti, koje definiraju što bi sustav trebao izvršiti. Nefunkcionalni zahtjevi određuju kako proizvod treba raditi i koje kvalitete proizvod mora posjedovati. Nefunkcionalni zahtjevi za autonomni automobil opisuju svojstva, poput izgleda i osjećaja sigurnosti, sigurnosti i privatnosti, koja su presudna za uspjeh proizvoda na temelju očekivanja i potražnje korisnika. U ovom su slučaju važni ispravni nefunkcionalni zahtjevi, kako bi se osiguralo da razvijeni autonomni automobil izgleda sigurno. U sljedećem odjeljku opisujemo zahtjev za povjerenjem [12] .

Sigurnosni atributi jedna su od glavnih odrednica, kako bi korisnici prihvatili autonomne automobile. Sigurnost se odnosi na atribut, koji štiti digitalne podatke i podatke od bilo kakve opasnosti ili prijetnje od bilo koje zlonamjerne datoteke. Primjeri svojstava koja se odnose na ovaj atribut su dijeljenje podataka, sustav globalnog pozicioniranja (GPS) i vidljivi identifikacijski broj vozila. Ostale vrste sigurnosnih svojstava u autonomnom automobilu odnose se na sustav protiv krađe i sustav pristupa vozilima, poput pametnog ključa, sustava daljinskog ulaska bez ključa i značajki daljinske panike [13].

Drugi atribut zahtjeva za povjerenje je sigurnost. Sigurnost se odnosi na sposobnost autonomnog automobila da osigura sigurnost svojih korisnika i drugih ljudi koji ga okružuju. Primjeri svojstava, koja se odnose na sigurnost, su automatsko upravljanje, inteligentni sustav pomoći pri razdvajanju, sustav mrtvog kuta, prilagodljiva kontrola svjetla i tehnologija senzora kamere. Automatsko upravljanje ima sigurnosnu značajku, jer može probuditi vozača kad mu se spava, a pametni tempomat opremljen je inteligentnom prilagodbom brzine, u kojoj usporava tijekom gustog prometa. U ovom će slučaju autonomni automobili sa sigurnosnim svojstvima imati visoku razinu prihvaćanja, u usporedbi s automobilima bez sigurnosnih svojstava [14].

Utvrđeno je da je privatnost još jedan atribut zahtjeva povjerenja, koji utječe na prihvaćanje korisnika u autonomnim automobilima. Primjeri svojstava vezanih uz atribute privatnosti su lokacija informacija, pohrana u oblaku, dohvaćanje podataka o padu, dohvaćanje podataka o događajima i sustav nadzora kabine. Pohrana podataka u oblaku omogućuje pohranu informacija u oblak za komunikaciju od vozila do vozila. Uz to, atributi privatnosti usko su povezani sa sigurnosnim atributima. To je zato što proizvođači automobila moraju razviti sigurnost visoke razine, kako bi izbjegli privatnost korisnika, koji je izložen hakerima. Stoga se moraju istovremeno rješavati atributi sigurnosti i privatnosti, kako bi se postigla visoka razina prihvaćanja autonomnih automobila od strane korisnika [9].

Pouzdanost se odnosi na sposobnost automobila da radi dobro i dosljedno. U navedenom smislu, primjer dobre prakse je nova ocjena automobila koje se testno provode u zemljama jugoistočne Azije (ASEAN NCAP). Ovaj program ASEAN NCAP usmjeren je na procjenu sigurnosnih standarda automobila, podizanje svijesti korisnika i time poticanje tržišta za sigurnije automobile u regiji. U ovom slučaju, prije komercijalizacije autonomnog automobila, proizvođač automobila mora procijeniti autonomni automobil kako bi osigurao razvoj pouzdanih automobila. Autonomni automobili, koji imaju visoku razinu pouzdanosti, utječu na prihvaćanje korisnika [7].

Učinkovitost se odnosi na rad ili funkciju autonomnog automobila, prvenstveno povezano s učinkom pogonskog agregata autonomnog automobila. Svojstva povezana s atributom performansi su njihova kooperacija s sustavima pametnih gradova, osjetljivost na vremenske uvjete, vrste pneumatika, pripadajući senzori, aktivni sustav upravljanja ovjesom i elektronički nadzor mjenjača. Ova svojstva također, značajno doprinose prihvaćanju autonomnih automobila od strane korisnika [8].

Korisničko iskustvo također se smatra važnim atributom povjerenja za autonomne automobile. Korisničko iskustvo usredotočeno je na svojstva, koja se odnose na zadovoljstvo korisnika, pri korištenju autonomnih automobila. Primjeri svojstava, koja se odnose na iskustvo korisnika, su tipka za pokretanje, zaslon osjetljiv na dodir, ulazak bez ključa, sustav garažnih vrata, dizajnerska nadzorna ploča i karte na vozilu te navigacija. Razina zadovoljstva korisnika na temelju njegova iskustva s korištenjem autonomnog automobila utječe na prihvaćanje autonomnih automobila od strane korisnika [13].

Konačni atribut zahtjeva povjerenja odnosi se na ekonomsku vrijednost automobila. Ovaj atribut predstavlja dobru vrijednost za novac, pri kupnji autonomnog vozila, na temelju zahtjeva korisnika. Primjeri značajki, koje se odnose na ekonomsku vrijednost, su marka kojoj vjeruje, prodajna cijena, trend, značajke proizvoda i jamstvo za automobil. Vjeruje se da je ekonomska vrijednost važan atribut povjerenja, posebno u razvoju autonomnih vozila u automobilske industriji, jer povezuje kupovnu moć i preferencije korisnika autonomnih automobila [14].

3.2. Tehničko tehnološki koncepti

Postojeće stanje i trendovi razvoja automatizirane vožnje nesumnjivo će stvoriti val evolucijskih transformacija i istovremenu navalu revolucionarnih poremećaja u našem društvu.

- Zahtjevi iz perspektive korisnika vozila:
 - Smanjenje broja prometnih sudara, zbog uklanjanja ili minimiziranja ljudskih pogrešaka.
 - Ugodnija vožnja (manje stresna).
 - Veća sloboda mobilnosti za invalide, umorne, pijane, nepažljive, starije osobe ili djecu.
 - Produktivnost vozača mora biti veća, te osobna produktivnost i / ili zadovoljstvo.
 - Alternativni i učinkovitiji načini prijevoza.
 - Manje zahtjevno ili nepotrebno vlasništvo za pojedince.
 - Mora postojati izvodljivo automatizirano rukovanje događajima u slučaju kvara vozila ili nekvalificiranih korisnika [12].
- Zahtjevi iz perspektive transporta;
 - Autonomna vozila moraju smanjiti zagušenja
 - Autonomna vozila moraju smanjiti nesreće
 - Potrebna je učinkovitija navigacija u stvarnom vremenu
 - Potrebne su pristupačnije, pouzdanije i fleksibilnije zajedničke vožnje osobnim prijevozom i uslugom mobilnosti
 - Smanjen broj cestovnih vozila putem dijeljenja vožnje
 - Učinkovitija infrastruktura, zbog bolje kontrole vozila i koordiniranog poslovanja.
 - Poboljšanje konomskih prinosa i poslovni modeli privatnih investitora.
 - Ušteda resursa potrebnih za infrastrukturu, uključujući izgradnju parkirališta i prometnica [13].

- Zahtjevi iz perspektive društva
 - Manja opterećenja za one koji pružaju usluge podrške grupama izazvanim mobilnošću.
 - Veći poticaj za prijelaz iz osobnog vlasništva u usluge dijeljenja automobila i vožnje.
 - Autonomna vozila moraju smanjiti troškove osiguranja.
 - Smanjena stopa nesreća i manji društveni gubici.
 - Autonomna vozila moraju biti ekološki prihvatljiva vozila i infrastruktura.
 - Povećana sigurnost, pouzdanost i produktivnost [12].

Neke su ciljane koristi na gornjem popisu vrlo dobro utemeljene i realne, dok je druge točke teže kvantificirati o vremenu ili opsegu ostvarivosti, dok ADS ne postane tehnički izvediviji i društveno prihvatljiviji. Izvješće sugerira da bi neke pogodnosti, poput neovisne mobilnosti za imućne ne-vozače, mogle početi u 2020-ima ili 2030-ima [13].

Većina utjecaja, uključujući neovisnu mobilnost za ljude s niskim prihodima, stoga smanjenu potrebu za subvencioniranjem javnog prijevoza, smanjenu zagušenost prometa i potražnju za parkiranjem, a samim time i uštedu troškova objekta, povećanu sigurnost u prometu, uštedu energije i smanjenje zagađenja, bit će važna, kada autonomna vozila postanu pristupačna i budu predstavljala veliki dio ukupnog putovanja vozila u 2040-im do 2060-ih [11].

3.3. Razine autonomne vožnje

Različiti automobili mogu imati različite razine samovožnje, a istraživači ih često opisuju na razinama od 0-5.

- **RAZINA 0** - to je tzv. neautonomna razina; u ovoj razini vozač je jedini koji potpuno samostalno upravlja vozilom.
- **RAZINA 1** - autonomija na ovoj razini uključuje automatizaciju ponekih parametara vožnje; primjer može biti automatizacija elektronske kontrole stabilnosti ili elektronskih pomoćnih sustava kočenja.
- **RAZINA 2** - u ovoj razini vožnje barem dva elementa moraju biti automatizirana i oni rade kooperativno, kako bi vozača oslobodili od upravljanja tim funkcijama.
- **RAZINA 3** - vozila ove razine autonomije trebaju preuzeti svu kontrolu od vozača; od vozača se u ovoj razini traži samo pravovremeno djelovanje u kritičnim situacijama.
- **RAZINA 4** - vozilo visoke razine automatizacije; vozilo je dizajnirano na način da samostalno izvršava zadatke gledajući sa stajališta operacijskog aspekta (upravljanje, kočenje, ubrzavanje itd.), taktičkog aspekta (promjena vozne trake, davanje signala itd.), te reakcija na opasnost; Vozilo može zatražiti interakciju vozača u slučaju iznimno kompleksnih situacija
- **RAZINA 5** - potpuno autonomno vozilo; vozilo funkcionira na način da vozač mora samo unijeti željenu rutu, te ostale funkcije sa maksimalnom razinom pouzdanosti vozilo samo obavlja. Ovakva vozila mogu prometovati i bez prisustva vozača [3].



Slika 5. Razine autonomije vožnje

Izvor: Privatna arhiva

Djelomično autonomna vozila mogu zahtijevati od ljudskog vozača da intervenira, ako sustav naiđe na nesigurnost; potpuno autonomna vozila možda ne nude ni upravljač. [15]

Automobili, koji se samostalno voze, mogu se dalje razlikovati kao „povezani“ ili ne, što govori o tome mogu li komunicirati s drugim vozilima i infrastrukturom, poput semafora sljedeće generacije. Većina prototipova trenutno nema tu mogućnost. [15]

Iskusniji vozači znaju da nisu sva vozila imala kompjuterizirane komande. Bilo je vremena kada u vozilima nisu uopće postojala računala, a u ranim danima nisu imala čak ni servoupravljač, ni pogonske kočnice. Kada govorimo o nultoj razini, svi aspekti vožnje su u rukama vozača. Primjer su stariji modeli današnjih vozila. To su vozila, koja se oslanjaju na čovjeka, koji diktira svaku funkciju vožnje, odnosno vozač ima potpunu kontrolu. [15]

U prvoj razini govorimo o sustavima koji pružaju pomoć vozaču. Vozilo uključuje ugrađene sustave upravljanja vozilom. Vozilo može pomoći vozaču prilikom upravljanja vozilom ili pri ubrzanju, odnosno usporavanju. Nekoliko godina unazad, proizvođači kreću s proizvodnjom vozila s kontrolama na upravljaču, koja omogućuju vozaču održavanje stalne brzine ili smanjenje brzine. No, ova funkcija nije automatska, vozač donosi odluku sam, uključivanjem funkcije. [15]

Većina modernih vozila ulazi u ovu kategoriju. Ako vozilo posjeduje sustav upozorenja prilikom napuštanja prometne trake ili prilagodljivi tempomat, vozilo pripada ovoj razini. [15]

Druga razina automatizacije bi značilo da dvije ili više funkcija radi zajedno, smanjujući potpunost kontrole, koju vozač posjeduje na nultoj razini. Primjer je sustav s prilagodljivim tempomatom i automatskim kočenjem u nuždi. [15]

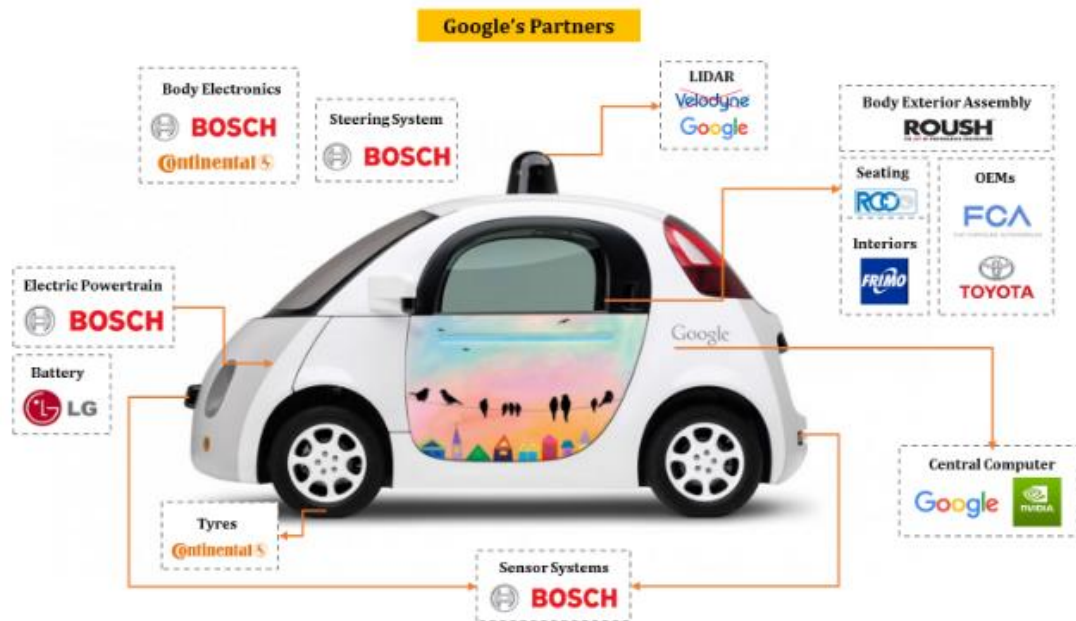
Vozač mora biti potpuno uključen u zadatak vožnje, ali primjećuje se postupno prenošenje kontrole s čovjeka na stroj. Govori se o naprednom sustavu pomoći vozaču (ADAS). Konkretni primjer druge razine uključuje Teslin Autopilot i General Motors Super Cruise. [15]

Kod treće razine vozilo samo izvršava upravljanje, ubrzavanje i usporavanje te praćenje okoline vožnje. Može u nekim okolnostima obavljati sve aspekte vožnje, iako je vozač još uvijek potreban. Razine od treće pa sve do pete kvalificiraju se kao automatizirani sustavi vožnje (ADS) ili kao visoko automatizirana vozila (HAV). Ovu razinu nazivamo uvjetna automatizacija. [15]

Velik je skok u sposobnosti vozila između druge i treće razine. Vozač još uvijek mora držati pogled na cestu, spreman preuzeti upravljanje nad vozilom u bilo kojem trenutku. Vozilo ove razine može samostalno upravljati određenim dijelovima putovanja, uglavnom kod vožnje autocestom. [15]

Na četvrtoj razini govorimo o visokoj automatizaciji, što znači da čovjek na ovoj razini nije potreban. Vozilo može obaviti svu vožnju, ali vozač po potrebi intervenira i preuzima kontrolu. Ova razina automatizacije znači da automobil može obavljati sve funkcije vožnje pod određenim uvjetima. Ovdje spadaju vozila, koja određeni proizvođači testiraju trenutno na cestama (testna vozila). [15]

Peta razina uključuje potpunu automatizaciju. Potpuno automatizirano vozilo može obavljati sve funkcije vožnje, u svim uvjetima. Na ovoj razini, ljudi su samo putnici. Što se kamiona i automobila tiče, ova razina autonomnosti još ne postoji. No postoje automatizirani prijevozi, koji su već u primjeni na nekim mjestima. Primjer su zračne luke, koje prevoze putnike iz jednog terminala u drugi, bez vozača. Takva se tehnologija još uvijek razmatra za druge sustave javnog prijevoza, kao što su taksi i autobus. [15]



Slika 6. Google-ovo autonomno vozilo sa njihovim tehnološkim partnerima

Izvor: <https://zinno.com/google-is-coming-the-game-of-autonomous-cars/>

Google, Uber, Tesla, Nissan i drugi veliki proizvođači automobila, istraživači i tehnološke tvrtke razvili su različite tehnologije za autonomnu vožnju [15].

Iako se pojedinosti u dizajnu razlikuju, većina sustava za autonomnu vožnju stvara i održava unutarnju kartu svoje okoline, koja se temelji na širokom nizu senzora, poput radara. [15]

Uberovi prototipovi za samostalno pokretanje koriste šezdeset četiri laserske zrake, zajedno s drugim sensorima, za izradu njihove unutarnje karte; Googleovi prototipovi su u raznim fazama koristili lasere, radar, visoko mokrene kamere i sonar. [15]

Softver zatim obrađuje te ulaze, iscertava putanju i šalje upute „pokretačima“ vozila, koji upravljaju ubrzanjem, kočenjem i upravljanjem. Tvrdi šifrirana pravila, algoritmi za izbjegavanje prepreka, prediktivno modeliranje i diskriminacija „pametnih“ objekata pomažu softveru da slijedi prometna pravila i navigaciju kroz prepreke. [15]

4. SIGURNOSNI ASPEKTI AUTONOMNE VOŽNJE

Informacijska sigurnost autonomnih vozila jedan je od osnovnih izazova budućih istraživanja. Razvoj tehnologije zahtijeva ne samo rješavanje tehničkih problema, već i pravne i socijalne probleme [1].

Rastuće mogućnosti, ponuđene od strane kompjuterskih sistema, omogućuju širok raspon značajki i usluga, ali s njima dolaze i opasnosti od zlonamjernih napada. Gdje su sustavi, koji se kontroliraju, automobili ili povezani sustavi, posljedice od zakazivanja mogu biti ozbiljne i broj potencijalnih meta je velik [1].

Iako će tehnologija i cestovna infrastruktura diktirati stvarnu sigurnost sustava, važna je percepcija javnosti i reakcija na uvođenje autonomnih vozila. Poznavanje izravnih odnosa između percepcija sigurnosti i spremnosti na promjenu ponašanja na putovanjima može rasvijetliti potencijalne sigurnosne koristi, koje se mogu ostvariti putem autonomnih vozila [2].

Kao što postoje dokazi da bi pozitivna percepcija sigurnosti autonomnih vozila mogla motivirati njezinu uporabu, briga o sigurnosti može biti glavni pokretač nedostatka interesa za ova vozila u svim državama[2].

U trenutnom stanju razvoja sustava pomoći u vožnji i povezanim područjima istraživanja i razvoja, postoji širok raspon metoda, koje se mogu i eventualno moraju koristiti u razvoju autonomnih vozila. Širok raspon tehnologije znači da ovi sustavi utječu na različita područja razvojnog procesa i sustava, koji se razvija te da mogu pridonijeti sigurnosti autonomnih vozila [1].

Prvo se mora utvrditi mjerna vrijednost, kojom se može procijeniti operativni rizik autonomnih vozila, a zatim se mora definirati općenito prihvatljiv prag rizika. Postupak koji se koristi u razvoju elektrana za utvrđivanje sigurnosnih zahtjeva i integriranje funkcionalne sigurnosti u cjelokupni sustav mogao bi biti koristan u ovom području.

U smislu funkcionalne sigurnosti regulacije pokretača, primjeri zrakoplovstva i zrakoplovne i djelomične vožnje željeznicom mogu se koristiti u trenutnom istraživanju i razvoju tehnologije vozila. Višestruko, raznoliko otpuštanje jedno je od najperspektivnijih

sredstava. Isto vrijedi za softverske komponente za analizu stanja, odlučivanje i planiranje kretanja [2].

Do sada se samo polje robotike suočilo sa sličnim složenim situacijama. Međutim, razina rizika uglavnom je niža. Jedan od najvećih izazova je pouzdanost i pouzdanost sustava percepcije okoline, koji uključuju i samo-percepciju i percepciju situacije. Zbog beskonačne količine mogućih situacija, koliko je autor svjestan, još uvijek nije moguće na siguran način primijeniti složene aplikacije opisane u slučajevima uporabe [2].

Ovo će također zahtijevati smanjenje hardvera, softvera i funkcija, na primjer, u sastavu senzora za uočavanje neposrednog okruženja. Sigurnosni pokretač je još uvijek potreban u istraživačkim projektima za autonomna vozila [2].

Osoba nadgleda sustav i može izravno poduzeti ili koristiti funkcije udaljenog zaustavljanja u nuždi ili prekidač za zaustavljanje u nuždi. Razmatrani istraživački projekti trenutno su uglavnom usredotočeni na funkcije, a manje na njihovu funkcionalnu sigurnost [1].

Broj smrtnih slučajeva na cestama smanjuje se u većini razvijenih zemalja zbog poboljšanja tehnologije u vozilima te zbog napora prometnih uprava u borbi protiv glavnih uzroka nesreća [1].

Globalno gledano, broj smrtnih slučajeva povezanih s prometom još uvijek je ogroman i vrlo je udaljen od „Zero Vision“¹, koju su poduzele mnoge zemlje. Kooperativno autonomno vozačko okruženje neće moći izbjeći sve nesreće. Ipak, uzimajući u obzir da 90% nesreća proizilazi iz ljudskih grešaka, očekuje se da ih se svodi na minimum, a da bi se postigao takav uspjeh, moraju se ispuniti dva važna uvjeta:

- stopa prodora potpuno autonomnih vozila mora biti visoka
- strategije zajedničkog upravljanja prometom moraju djelovati na odgovarajući način.

¹ vizija prometa bez nesreća

Inače, porast broja prijeđenih kilometara vozila mogao bi u određenoj mjeri nadoknaditi smanjenje broja nezgoda. Također, moraju se spriječiti i druge vrste rizika. Na primjer, mogućnost da putnici autonomnih vozila postanu samopouzdana i odustanu od upotrebe sigurnosnih pojaseva ili da pješaci nepromišljeno prelaze ulice, pretpostavljajući da ih autonomna vozila neće pregaziti.[3].

Udruženje	Radna grupa	Ciljevi
SAE	Električni sustav vozila Odbor za sigurnost	Osigurati „Cybersecurity“ vodič za Cyber-fizičke sustave vozila. Zahtjevi za hardverski zaštićenu sigurnost za primjenu u cestovnim vozilima.
ISO	TC22/SC32/WG11	Koordinirati aktivnosti na standardizaciji sa SAE Odborom za sigurnost električnog sustava vozila za automobilsku sigurnosnu tehniku.
ETSI	TC ITS WG5	Osiguravanje usklađenosti ITS rješenja s regulatornim zahtjevima za privatnost, zaštitu podataka, zakonito presretanje i zadržavanje podataka.
IEEE	SCC42/SCC Tip 2	Koordinacija standardizacije IEEE za tehnologije povezane s prijevozom, posebno u područjima povezanih vozila, autonomnih / automatiziranih vozila, komunikacija između i unutar vozila i drugih vrsta elektrificiranja prijevoza.

Tablica 1. Međunarodna standardizacija najznačajnijih inicijativa za kibernetiku sigurnost u auto-industriji

Kako se broj senzora povećava u vozilima, hakeri mogu ukrasti osobne podatke iz sustava vozila, poput osobnih podataka o putovanju i lokaciji, pa čak i financijskih informacija [3].

Digitalni ključevi, bežični privjesci za ključeve i mobilne aplikacije zamjenjuju tradicionalne fizičke ključeve automobila, što omogućuje kradljivcima automobila neovlašten ulazak u vozilo. To se može učiniti presretanjem komunikacije između pametnog telefona ili bežičnog privjeska i vozila, koristeći uređaje koji proširuju domet bežičnog signala i oponašaju bežični ključ za pristup vozilu pomoću vlastitog bežičnog privjeska vlasnika, ako je vlasnik još uvijek u blizini njihova vozila. [16]

Upravljanje virtualnim ključevima automobila može biti jednako teško kao i upravljanje fizičkim ključevima, ako se ne izvrši ispravno. Upis ključa, provjera valjanosti i pokušaji ‘otključavanja’ moraju se sigurno riješiti. [16]

„Cyber“ kriminalci mogu iskoristiti nedostatke u implementaciji dobavljača. S obzirom na to da je sigurnost ponekad bila zamisao u fazi dizajniranja povezanih automobila i njihovih komponenata, ovo stvara laku metu za hakere, koji iskorištavaju ranjivosti koristeći stanične mreže, Wi-Fi i fizičke veze. Nadalje, povezana vozila moraju moći vjerovati uslugama s kojima se povezuju. [16]

Postoji mogućnost da hakeri preuzmu kontrolu nad sigurnosnim aspektima rada vozila; na primjer, kompromitiranjem sustava tempomata za manipulaciju sustavima upravljanja i kočenja. [16]

Kako proizvođači izdaju više mobilnih aplikacija za komunikaciju s vozilima, to više postaju meta hakerima. U električnom vozilu to može isprazniti bateriju i učiniti ga nepokretnim. Broj sigurnosnih ranjivosti u mobilnim operativnim sustavima Android i iOS također su razlog za zabrinutost. [16]

Automobilska industrija ima malo povijesnog iskustva u suočavanju s rizicima „Cyber“ sigurnosti, a to je postalo očito iz nedostatka sigurnosti ugrađenog u mnoge softverske i hardverske komponente u prvim generacijama umreženih automobila. Nadalje, čini se da nedostaje odgovarajuće obrazovanje o praksi sigurnosnog kodiranja. [16]



Slika 7. Životni ciklus „Security by design“ kroz automobilski razvoj

Izvor: Altran Technologies

Nedostaje i strogo ispitivanje sigurnosti, a većina toga se odvija prekasno u životnom ciklusu razvoja proizvoda. Da bi smanjili troškove komponenata, neke funkcije, koje su ključne za sigurnost i koje nisu ključne za sigurnost, mogu dijeliti resurse (jezgre procesora, fizička povezanost ili pristup internetu). Dizajniranje od temelja, iz perspektive neprijateljskog okruženja, jedini je način za izgradnju sustava "Secure by Design", koji će dugoročno biti robusni. [16]

„Security by design“ znači da je sigurnost uzeta u obzir u svakom dijelu (životnog) projektnog ciklusa (tj. ciklusa projekta), od specifikacija (pojednosti), do validacije (dokaza valjanosti). Primjerice, sigurnosna kodirana pravila omogućuju razvojnim programerima oslanjanje na snažnu sigurnosnu praksu prilikom izrade njihovog koda, pritom izbjegavajući svojstvene ranjivosti, kao što je preljev međuspremnik.

Proizvođači automobila u velikoj se mjeri oslanjaju na dobavljače treće strane, koji će isporučiti sustave, softverske i hardverske komponente za svoja vozila. Međutim, osim ako proizvođači automobila ne nametnu stroge zahtjeve za „Cyber“ sigurnost svojim dobavljačima, razine 1 i razine 2, riskiraju sigurnosnu ranjivost putem ovih komponenti. [16]

Krivotvorene komponente također mogu ući u opskrbni lanac, prijeteci sigurnosti smanjenjem ocjena, nadjačavanjem sigurnosnih ograničenja, itd. Svaka komponenta, odgovorna za primarne aktivnosti, poput kočenja, mora udovoljavati najvišim sigurnosnim standardima. [16]

Kako se otkrivaju nove prijetnje i napadi, jedino učinkovito rješenje je osigurati da se platforme mogu lako i sigurno ažurirati. Mnoga od ovih ažuriranja isporučuju se putem zadanog softvera, komponenata i sustava, koji se oslanjaju na bežičnu komunikaciju. Povezani su s osobnim računalima, sa svojim vlastitim sigurnosnim izazovima. [16]

Iako većina automobilskih proizvođača koristi sustave za upravljanje kriptografskim ključevima, mnogi još uvijek koriste ručni postupak za to, ograničavajući tako svoju korisnost i ometajući sigurnost. [16]

Inovacije u sustavima za zabavu u vozilu, od satelitske navigacije, do streaming medija visoke razlučivosti, donose dobrobiti vozačima, ali ove platforme sve više pružaju usluge, koje koriste osjetljive podatke i ključne su za sigurnost vozila i krajnjih korisnika. [16]

Android i Apple nude informativno-zabavne sustave i aplikacije usmjerene na vozila, a postoje i mogućnosti za kombiniranje aplikacija, poput plaćanja cestarine, parkiranja, planiranja putovanja i društvenih mreža. Povezivanje ovih svjetova uvodi nove mogućnosti, ali sa sobom donosi i prijetnju napada zlonamjernog softvera na automobilsku platformu. [16]

5. ANALIZA STRATEGIJA UVOĐENJA AUTONOMNIH VOZILA

5.1. Počeci uvođenja autonomnih vozila

Autonomna vozila su trenutno u fazi razvoja i testiranja. Mnoga trenutna vozila imaju tehnologije razine 2 i 3, što bi značilo da vozilo posjeduje tempomat, upozorenje na opasnost i automatizirano paralelno parkiranje. [2]

Neke tvrtke imaju pilot projekte razine 4, ali unatoč ovom napretku potrebna su mnoga tehnička poboljšanja prije nego što vozila mogu samostalno raditi u svim uvjetima. [2]

Početni koncept obično doživljava razvoj, testiranje, odobravanje, komercijalno izdanje, unaprjeđenje proizvoda, širenje tržišta, diferencijaciju, sazrijevanje te na kraju zasićenost i pad. Tehnologija autonomnih vozila vjerojatno će slijediti ovaj obrazac. Budući da autonomna vozila mogu nametnuti značajne vanjske troškove, poput zagušenja i sudara, imaju više standarde ispitivanja i regulacije od većine drugih tehnoloških inovacija (poput osobnih računala i mobilnih telefona). [11]

U optimističkim uvjetima testiranje i odobrenje zahtijevat će samo nekoliko godina, ali ako se tehnologija pokaže kao nepouzdana i opasna, na primjer, ako autonomna vozila prouzroče rušenje visokog profila, može potrajati duže. Vjerojatno je da će različita zakonodavstva nametnuti različita ispitivanja, odobrenja i propisa, što će rezultirati različitim stupnjem iskorištavanja.[11]

Iako postojeće tehnologije omogućuju vozilima da rade samostalno na autocestama razdvojenim od razreda, za lijepog vremena postizanje 95% operabilnosti (vozila koja mogu dostići 95% željenih odredišta) bit će teško. [3]

Upravljanje vozilom na javnim cestama složeno je, zbog učestalosti interakcija s drugim, često nepredvidivim objektima, uključujući vozila, pješake, bicikliste, životinje i rupe. Zbog tih interakcija, autonomnim vozilima će biti potrebni složeniji softveri od zrakoplova. Izrada takvog softvera je zahtjevna i skupa, a osigurati da se nikad ne dogodi,

praktički je nemoguće. Gotovo sigurno će doći do kvara sustava, uključujući i one koji uzrokuju teške nesreće. [4]

Ovi sustavi mogu samostalno učiti i razumjeti uobičajena ponašanja, ali ne mogu predvidjeti nove uvjete, a svaki novi set uputstava dodatno će povećati složenost sustava i samim tim potencijalne rizike i odgode. [9]

Motorna vozila su izdržljiva i skupa; potrošači rijetko kupuju nova vozila samo da bi dobili novu tehnologiju, tako da inovacijama uglavnom treba desetljeća da u potpunosti prodru na tržište vozila. [4]

Optimisti tvrde da će koristi biti dovoljno velike da opravdaju prerano uklanjanje vozila kojima nedostaje sposobnost autonomne vožnje, ali to se čini malo vjerojatnim pod realnim pretpostavkama o njihovim koristima i troškovima. Većina objektivnih stručnjaka priznaje da će za automatizaciju razine 5 trebati još mnogo godina za razvoj i testiranje. [15]

Klasifikacija automatizacije vozila definirana u Društvu inženjera automobilskih automobila usvojena je širom svijeta. Šest razina automatizacije (od 0 do 5) razlikuje se ovisno o ugrađenom sustavu pomoći vozaču, odnosno o raspodjeli upravljačkih zadataka između vozila i vozača. [15]

Vozila razine od 0, do 2 nazivaju se „tradicionalna“, jer vozač još uvijek kontrolira okolinu. Od razine 3 pa nadalje, ovaj zadatak obavlja vozilo. Ovo je ključna granica, vozilo mora prikupiti sve potrebne podatke iz okoline i interpretirati ih. Nadalje, vozilo može do određene granice preuzeti odgovornost za vozačevu zadaću. [8]

Vrhunac automatizacije postignut je na razini 5, gdje su vozila pozvana da samostalno obavljaju cijeli zadatak vožnje, na svim vrstama cesta, u svim rasponima brzine i bilo kojim vremenskim uvjetima. [15]

5.2. Tehnološki aspekti uvođenja autonomnih vozila

Glavni agenti u kooperativnoj autonomnoj vožnji su vozila, infrastruktura, oblak i osobni uređaji putnika, koji moraju raditi točno i koordinirano, uz podršku pouzdanih komunikacijskih sustava. Privremena arhitektura vozila razlikuje se od poduzeća i istraživačkih centara. Ipak, u svakom se dizajnu mogu naći četiri različita dijela: senzorski sustav, sistem klijenta, akcijski sustav i sučelje čovjeka i stroja (HMI). [13]



Slika 8. Prikaz HMI-a u autonomnom vozilu

Izvor: <https://www.einfochips.com/blog/how-automotive-hmi-solutions-are-transforming-in-vehicle-experiences/>

Sučelje čovjeka i stroja je sučelje koje omogućuje interakciju čovjeka sa strojem. Primjeri takvog sučelja su mobilni uređaj, dodirni zaslon, računalo, itd. Autonomna vozila sa sučeljem čovjeka i stroja predstavljaju nove izazove za dizajnere i istraživače. Iako se odluke o dizajnu obično temelje na financijskim, tehničkim, političkim i osobnom razlozima, sučelje je ponajviše usmjereno prema korisniku. Stoga, rezultat dobrog dizajna je temeljen na razumijevanju korisnika i njihovih potreba. [12]

Senzorski sustav odgovoran je za prikupljanje podataka iz okoline i s drugih vozila. Podaci se moraju prikupljati u stvarnom vremenu i za sve vrste graničnih uvjeta. Poboljšanje osjetljivosti postignuto je korištenjem različitih senzora u vozilu, s različitim snagama i slabostima te su stoga prikladni za podršku određenim aspektima pomoći u vožnji. [13]



Slika 9. Prikaz LIDAR-a u autonomnom vozilu

Izvor: <https://www.aeye.ai/news-and-views/elon-musk-is-right-lidar-is-a-crutch/>

Opremanje vozila s LIDAR senzorom dovodi do značajnog napretka, jer omogućava vidljivost od 360 ° i mjeri udaljenosti s preciznošću od ± 2 cm. Do udaljenosti od 60 m, LIDAR-i su u mogućnosti precizno generirati 3D mape obližnjih objekata, a s manje preciznosti na udaljenosti do 500 m. Stoga, LIDAR-i omogućuju preslikavanje i navigaciju, ali i otkrivanje, i praćenje prepreka, drugih automobila, pješaka, itd. Globalni navigacijski satelitski sustav nadopuna je samokanaliziranju vozila. [16]

Klijentski sustav sastoji se od hardvera i operacijskog sustava, potrebnog za obradu podataka. Ovaj računalni okvir igra ključnu ulogu, jer u stvarnom vremenu mora:

- izvući relevantne i točne podatke iz sirovih podataka, koje daju senzori (percepcijski zadatak)
- navesti vozilo na pravilno postupanje (zadatak odlučivanja).

U izradi su različite vrste hardverskih platformi. Neke se tvrtke odlučuju za računalne okvire, koji sadrže različite procesore i akceleratori. Drugi razvijaju rješenja sustava na čipu (SoC), a to su maleni integrirani krugovi s mikroprocesorom i naprednim perifernim uređajima, pri čemu potonji troše manje energije i imaju manje prostora, ali još uvijek bez dovoljno računalnih mogućnosti, koje bi omogućile i brze, i kontinuirane sekvencijalne i paralelne obrade podataka. [5]

Podrška za računalstvo u oblaku bit će u ovom pogledu važna i dodati će robusnost sustavu, koji mora nastaviti raditi i nakon neuspjeha. Zadaća opažanja uključuje tri dijela: lokalizaciju, otkrivanje i praćenje, a sve to se postiže fuzijom podataka, koja se izvodi na različitim razinama. [8]

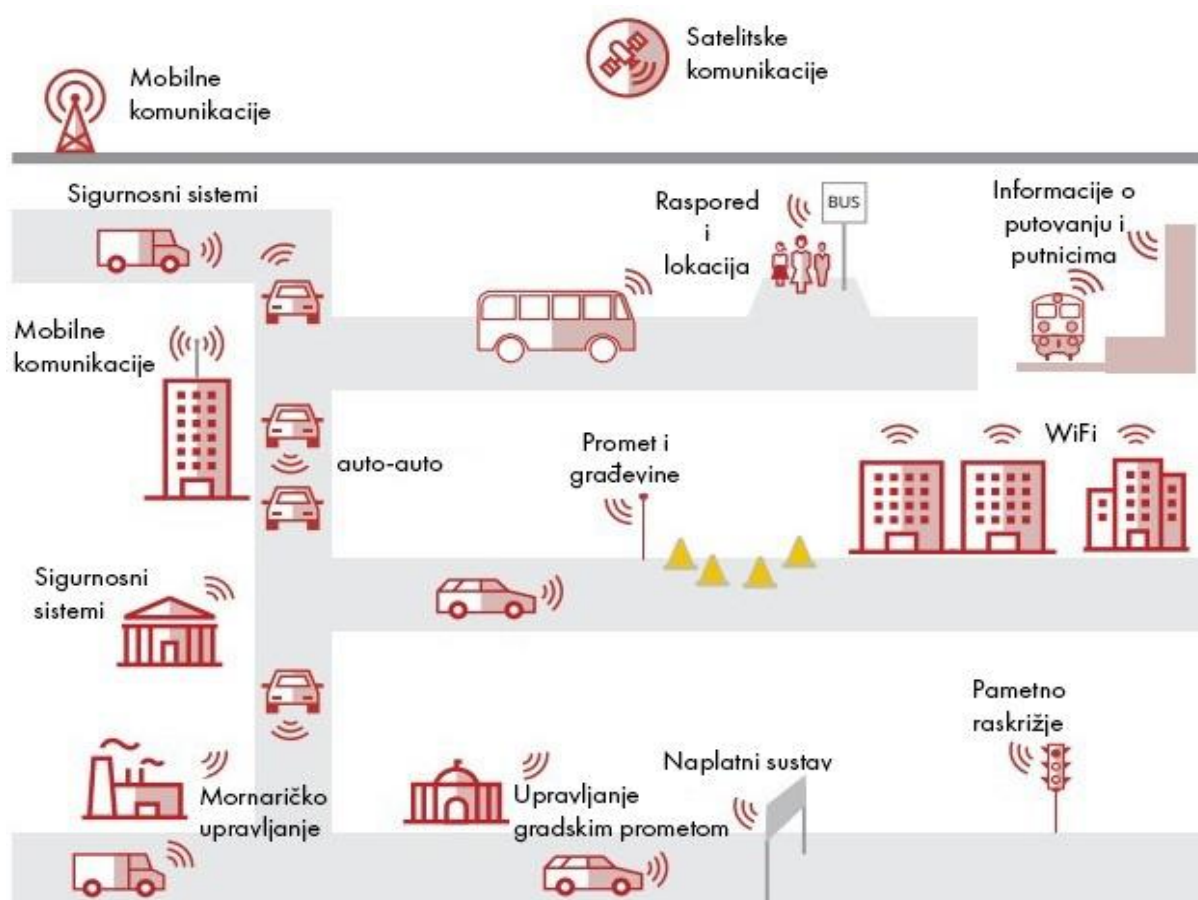
Lokalizacija se obično provodi pomoću algoritama, koji spajaju podatke s GPS-a, IMU-a i LIDAR-a, što rezultira zemljovidom visoke rezolucije. Tehnologije dubokog učenja, temeljene na viziji, postižu precizne rezultate u otkrivanju objekata, jer su u stanju autonomno obraditi ogromne količine podataka. [4]

Tehnike dubokog učenja također su pokazale svoju prikladnost za praćenje objekata u odnosu na pristupe temeljene na računalnom vidu. Donošenje odluke jedan je od najizazovnijih zadataka, koje autonomna vozila moraju obavljati, posebno u neugodnim situacijama. Obuhvaća predviđanje, planiranje staza i izbjegavanje prepreka, a sve su one izvedene na temelju prethodnih shvaćanja. [4]

Aksijski sustav sastoji se od mehaničkih dijelova vozila (upravljački sustav, sustav za kočenje, itd), koji će se vjerojatno poboljšati u odnosu na tradicionalne automobile, u skladu s ostalim dijelovima arhitekture autonomnih vozila. I na kraju, HMI, koji je pozvan da bude minimalistički u vozilima na razini SAE5, u osnovi orijentiran za pružanje informacija o vožnji. Unatoč svim ovim tehnologijama u vozilu, autonomna vozila sama po sebi ne bi dovela do učinkovite autonomne vožnje. [4]

5.3. Komunikacijski aspekti autonomnih vozila

Autonomnim vozilima je potrebna vanjska podrška za računalne zadatke, a osim toga, učinkovita i sigurna mobilnost neće biti moguća, ako se autonomna vozila ponašaju pojedinačno. Potrebno je suradničko okruženje, koje uključuje komunikaciju. Autonomna vozila moraju komunicirati među sobom, s infrastrukturom, s oblakom, s pješacima, mobilnim telefonima i drugim osobnim uređajima i postaju CAV-ovi (povezana autonomna vozila).[14]



Slika 10. Prikaz komunikacije vozila sa infrastrukturom

Izvor: McAfee- wp- automotive- security

Sve ove razmjene informacija u globalu su poznate kao V2X komunikacija. Uspostavljanje snažne, sigurne i pouzdane komunikacijske mreže i dalje je glavna briga. Ova mreža mora biti u mogućnosti prenijeti ogromne količine podataka, pri vrlo velikim brzinama, s malim kašnjenjem, u svim uvjetima (vrijeme, stanje u prometu itd.) i bez smetnji. Uz to,

mora biti sigurana od hakerskih ili terorističkih napada i mora biti sposobna djelovati čak i u uvjetima neuspjeha. Također se mora osigurati interoperabilnost između različitih zemalja. [7]

Dvije se tendencije slijede u cijelom svijetu: uporaba evolucije bežičnog standarda 802.11p ili mobilnih mreža, osobito 5G (Intel, 2016; Arriola, 2017; Shaheen, 2018). Pod tako moćnom komunikacijskom mrežom, "oblak" će igrati temeljnu, ulogu podržavajući vozila u pohrani i izračunavanju podataka. [10]

Nekoliko zadataka, dodijeljenih vozilu, se u slučaju kvara također mogu privremeno prebaciti u oblak. Također, komunikacijska mreža dovest će do razvoja prometnih ad hoc mreža (VANET), na temelju V2I i V2V komunikacija, stvorenih od vozila unutar istog područja, koji djeluju kao čvorovi. [6]

Budući da se vozila kreću, a VANET-ovi postaju nestabilni i pokrivaju samo proizvoljni raspon, smatra se da podržavaju jednostavne zadatke povezane sa sigurnošću, automatiziranim plaćanjem cestarine ili navigacijom. VANET-ovi bi se mogli povezati s oblakom, koji bi bio odgovoran za najvažnije zadatke. Ta se kombinacija naziva Vehical Cloud Network (VCN). [13]

Drugi ambiciozan pristup jest pristup Internetu vozila (IoV), zasnovan na ideji Interneta stvari, za koji se ne očekuje da se srednjoročno ostvari. Konačno, bit će potrebna i tehnološka poboljšanja u infrastrukturi. Prvo, vodoravni i okomiti putokazi, koji moraju biti jasni i cjeloviti, imaju za cilj pomoći autonomnim vozilima u obavljanju percepcijskih zadataka, (rasporedi na cesti trebali bi biti što gladi itd). Nadalje, moraju se primijeniti i V2I tehnologije. [14]

Različite uprave rade zajedno pokušavajući dizajnirati sustav s kontinuitetom preko granica. Prvi prototipovi autonomnih vozila dizajnirani su s krajnje konzervativnim parametrima, koji jamče sigurnost i praktičnost. Nadalje, ubrzanja i usporavanja autonomnih vozila trebala bi biti glatka, a promjene prometnih traka odvijale bi se samo pod vrlo povoljnim uvjetima. [7]

Brojna istraživanja zaključuju da bi se, ukoliko se u prometni tok uvede prilično značajna brzina autonomnih vozila, ovakvim ponašanjem u vožnji, zagušenja povećavala, zbog smanjenja kapaciteta. Gubitak kapaciteta procjenjuje se na oko 600 vozila / sat / trak za prosječnu autocestu. [16]

Rješenje nije očito, jer se malo ljudi usudi putovati u vozilima, koja se autonomno voze na agresivan način, kao što to čine ljudi. Rješenje leži u suradnji između vozila, tj. vozila će razmjenjivati informacije i donositi odluke o suradnji tražeći:

- sigurnost
- globalnu učinkovitost sustava, unatoč njihovim posebnim interesima. [9]

Kontekst automatizacije vožnje podrazumijeva priliku da se konačno uspije u implementaciji dinamičnih strategija upravljanja prometom, uz potrebnu tehnologiju i koordinirano. Te bi se strategije trebalo razvijati zajedno s automatizacijom vozila i primjenjivati kako stopa prodiranja autonomnih vozila raste. [8]

Strategije upravljanja prometom moraju biti dizajnirane tako, da se u početku bave miješanim prometnim okruženjem i postupno ih prilagođavane prema povećanju postotka autonomnih vozila. Promet na autocesti vjerojatno je prvi scenarij za rješavanje, a razlog je dvostruk:

- predstavlja najugroženije prometno okruženje i stoga je pogodnije za obavljanje prvih testova
- nekoliko autocesta već ima na raspolaganju dio potrebne tehnologije. [7]

Vožnja autocestama mogla bi biti jedna od prvih strategija upravljanja prometom koja će se primijeniti u prisutnosti autonomnih vozila. To podrazumijeva formiranje vrste cestovnog vlaka, u kojem će autonomna vozila sigurno putovati s vrlo malim razmacima (manjim od onog u vozilima, kojima upravljaju ljudi) velikim brzinama. [3]

Međutim, još uvijek postoje mnoge nedoumice u vezi s generaliziranim autocestama: minimalna potrebna razina automatizacije vozila, vrsta vozila (automobili, kombiji, kamioni, njihove kombinacije, itd), prosječni razmak voda, prosječna brzina, maksimalna duljina, itd. Također, s obzirom na njihovu interakciju s tradicionalnim vozilima: zajedničke trake, namjenske trake, namjenske ceste itd. Drugo ključno pitanje je način na koji se vozila trebaju spojiti ili napustiti vod. [7]

Vrlo brzo tehnologija više neće predstavljati problem, ni za pravljenje ulaza ni za druge napredne strategije upravljanja prometom, a istraživanje u upravljanju prometom potrebno je više nego ikad prije. Ova je potreba još veća i izazovnija u miješanom prometnom okruženju: sigurnost i udobnost ljudskih vozača moraju se osigurati istodobno poboljšavajući ukupnu učinkovitost u prisutnosti autonomnih vozila. [14]

Dizajn naprednih strategija upravljanja prometom je izazovan. Kako autonomna vozila još nisu u potpunosti dostupna za analizu njihovih učinaka, koriste se polu-autonomne sonde ili simulacije. Zapravo, većina do sad razvijenih istraživanja koristi softver za mikro simulaciju. Budući da makroskopska istraživanja uzimaju u obzir samo prosječne parametre u prometu, ovaj mikro pristup je u početku logičniji za proučavanje suradnje između vozila, za definiranje optimalnih praznina i brzina, itd. Međutim, potrebna je ogromna količina različitih parametara i, što je još gore, empirijska kalibracija danas nije moguća. To ne znači da do sad razvijena istraživanja ne vrijede, ali znači da će točnost rezultata ovisiti o adekvatnosti odabranih parametara. [16]

6. ZAKLJUČAK

Autonomno vozilo je vozilo koje za rad koristi vlastitu inteligenciju. Ovisno o stupnju njihove autonomije, postoje različite razine autonomnih vozila. Vozila s niskim stupnjem autonomije vozaču daju veću kontrolu i funkcionalnost u upravljanju vozilom. Očekuje se da će potpuno automatizirana vozila imati kontrolu nad svim funkcijama unutar vozila. Naime vozilu neće biti potreban ni upravljač. Kod ove vrste automatizacije, informacije iz okoline u cijelosti se prikupljaju uz pomoć ugrađenih senzora, bez ikakve aktivne komunikacije s drugim vozilima ili infrastrukturom. Nadalje, autonomna vozila mogu međusobno komunicirati i razmjenjivati podatke o okolini.

Komunikacija nije ograničena na komunikaciju između automobila, niti na komunikaciju između automobila i infrastrukture. „Cyber“ napad može započeti „napadom“ na upravljačku tehnologiju, ugrađenu u autonomna vozila (npr. električni prozori). Na ovaj način „napadi“ mogu biti izvršeni nad upravljačkim jedinicama motora, kao i nad ugrađenim sustavima.

Jedan od najvažnijih dijelova vozila je upravljačka jedinica motora. Tijekom obrade dizajna i implementacije autonomnog vozila, napadač može izmijeniti programski kod. Napadači ciljaju kod, kako bi narušili ili smanjili rad hardvera te uništili informacije. Cyber napadač može konfigurirati postavke, mijenjati kôd te implementirati viruse i zlonamjerni softver. Neki „cyber“ napadi uključuju upotrebu zlonamjernog softvera, poput računalnih virusa, crva, trojanskog konja, špijanskog softvera i adwarea. Također, postoje i napadi uskraćivanja usluge, krađe identiteta i napadi "čovjek u sredini". „Cyber“ sigurnost ima za cilj spriječiti neovlašteni pristup digitalnim uređajima, poput računala, prijenosnih računala i pametnih mobilnih telefona, kao i bežičnih komunikacijskih protokola i bežičnih usmjerivača. Većina protokola o privatnosti web-preglednika ima zadane postavke, na koje mogu utjecati napadi zlonamjernog softvera, omogućujući komunikaciju s kolačićima i aplikacijama, koji sadrže informacije o internetskim aktivnostima.

U globalnom sustavu za pozicioniranje (GPS), napadač mijenja kôd za prijavljivanje netočnih podataka o GPS lokacijama, što dovodi do netočnih informacija o lokaciji. Kako bi se osigurala razmjena informacija u autonomnim vozilima, predlaže se nova shema, koja se temelji na biometrijskim podacima. Zbog interesa i sigurnosti korisnici trebaju zamijeniti tradicionalne postupke na temelju lozinki. Glavni cilj sustava provjere autentičnosti poruka je „prerušiti“ klasificiranu poruku i učiniti je nečitljivom za sve neovlaštene osobe. Biometrija može udovoljiti ovom zahtjevu i osigurati brži i lakši pristup. Biometrija obuhvaća metode prepoznavanja osobe na temelju fizioloških ili bihevioralnih karakteristika. Kako bi se poboljšala sigurnost autonomnih vozila, predložena je nova shema, koja koristi prepoznavanje šarenice za provjeru komunikacije između vozila i vozača.

7. LITERATURA

- [1.] https://hr.wikipedia.org/wiki/Autonomno_vozilo
- [2.] Cheng. H: Autonomous Intelligent Vehicles; Springer-Verlag London Limited, 2011.
- [3.] Fossen T., Pettersen K. Y., Nijmeijer H. : Sensing and Control for Autonomous Vehicles; Springer International Publishing AG, 2017.
- [4.] http://e-student.fpz.hr/Predmeti/L/Lokacijski_i_navigacijski_sustavi/Materijali/05-Satelitski_pozicijski_sustavi.pdf; pristupljeno: 01.06.2020.
- [5.] http://e-student.fpz.hr/Predmeti/L/Lokacijski_i_navigacijski_sustavi/Materijali/06-Map_matching.pdf; pristupljeno: 18.06.2020.
- [6.] <https://www.dartmouth.edu/~chance/teaching.../Chapter11.pdf>; pristupljeno: 22.06.2020.
- [7.] Szeliski R.: Computer Vision, Algorithms and Applications; Springer-Verlag London Limited, 2011.
- [8.] <https://www.autoinsurancecenter.com/top-20-pros-and-cons-associated-with-self-driving-cars.htm>; pristupljeno: 20.06.2020..
- [9.] <http://www.ncsl.org/research/transportation/autonomous-vehicles-self-driving-vehicles-enacted-legislation.aspx>; pristupljeno: 12.06.2020.,
- [10.] <http://www.racunalo.com/njemacka-prihvatila-zakon-o-autonomnim-vozilima/>; pristupljeno: 12.06.2020.
- [11.] <https://www.lider.media/poslovna-scena/hrvatska/5g-tehnologija-okosnica-je-razvoja-gospodarstva-130430>
- [12.] <https://www.wired.com/2006/01/stanley/>; pristupljeno: 12.06.2020.
- [13.] <http://www.businessinsider.com/google-apple-tesla-race-to-develop-driverless-cars-by-2020-2016-7/#tesla-is-aiming-to-have-its-driverless-technology-ready-by-2018-1>; pristupljeno: 15.06.2020.
- [14.] www.vtpi.org/avip.pdf; pristupljeno: 15.06.2020.
- [15.] <https://www.techopedia.com/driverless-cars-levels-of-autonomy/2/33449>, dostupno: 20. 5. 2019.
- [16.] http://automoto.ba/stranica/cyber-car-technology_7988.html

8. POPIS SLIKA

<i>Slika 1. Unutrašnjost autonomnog vozila</i>	6
<i>Slika 2. Prikaz ultrazvučnih senzora u automobilu</i>	7
<i>Slika 3. Ilustrativni primjer skeniranja podataka okoline autonomnog vozila</i>	9
<i>Slika 4. Ilustracija 5G mreže</i>	15
<i>Slika 5. Razine autonomije vožnje</i>	22
<i>Slika 6. Google-ovo autonomno vozilo sa njihovim tehnološkim partnerima</i>	25
<i>Slika 7. Životni ciklus „Security by design“ kroz automobilski razvoj</i>	30
<i>Slika 8. Prikaz LIDAR-a u autonomnom vozilu</i>	34
<i>Slika 9. Prikaz LIDAR-a u autonomnom vozilu</i>	35
<i>Slika 10. Prikaz komunikacije vozila sa infrastrukturom</i>	38