

¹Mikulić D., ²Rauker J., ³Šaban A., ⁴B. Katana

^{1, 2, 3, 4} Veleučilište Velika Gorica
Zagrebačka cesta 5, 10 410 Velika Gorica

KARAKTERISTIKE AUTOMOBILA BUDUĆNOSTI U KONTEKSTU RAZVOJA SIGURNOSTI PROMETA

Sažetak

U članku se prezentira stanje i razvoj budućih „pametnih automobila“, na temelju izvedenih studija poznatih istraživačkih instituta. Indikatori razvoja su nove platforme električnih i hibridnih vozila. Tržište nagovještava brzi dolazak „novog vremena“ na temelju ofenzive proizvođača i potpore njihovih zemalja. Na globalnoj razini, električni automobili s baterijama (BEV) i priključni hibridni električni automobili (PHEV) i njihov dizajn dobivaju primat. Direktive zaštite okoliša i poticaji koje dodjeljuje država za korištenje čistih vozila ubrzava cijeli proces usvajanja novih tehnologija u cijelom svijetu, što nagovještava dramatičnu izmjenu urbanog prometa u bliskoj budućnosti. Smatra se da će pametni automobili doprinijeti smanjenju onečišćenja, prometnih nezgoda i drugih troškova.

Ključne riječi: električna vozila, hibridna električna vozila, pametni automobili, autonomna vozila, e-mobilnost, dizajn automobila

1. Uvod

Prvi automobil je razvijen još u industrijsko doba 19. stoljeća, kada je njegov razvoj obilježila metalna industrija. Danas su motorna vozila tehnički usavršena, lijepo dizajnirana, obilježena informacijskom tehnologijom te rješenjima za sigurniju i ekološki prihvatljivu vožnju, a budući automobili će biti „pametni automobili“ koji će za autonomnu vožnju koristiti umjetnu inteligenciju.

U članku se prezentira stanje i razvoj automobila budućnosti, na temelju izvedenih studija poznatih istraživačkih instituta. Indikatori razvoja su nove platforme električnih i hibridnih vozila, koje čine e-mobilnost. Tržište nagovještava brzi dolazak „novog doba“ na temelju ofenzive proizvođača i njihovih zemalja. Na globalnoj razini, električni automobili s baterijama (BEV) i priključni hibridni električni automobili (PHEV) dobivaju primat. To će ostaviti veliki utjecaj na gospodarstvo, sigurnost prometa i zaštitu okoliša.

Očekuje se da će usluge dijeljenja automobila, u odnosu na posjedovanje automobila u urbanim uvjetima znatno porasti, osobito rezervacijom osobnog automobila putem osobnog mobilnog uređaja.

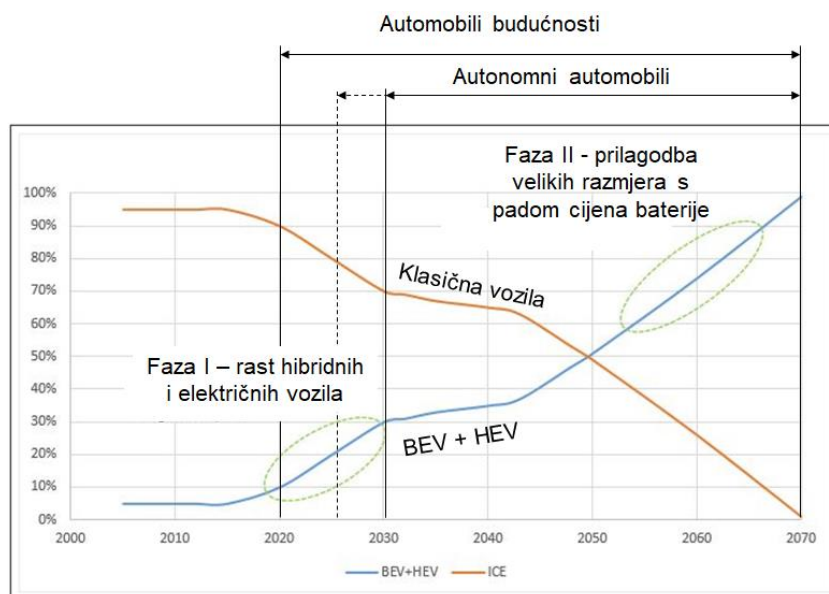
Kako klasični automobili nude osjećaj slobode kretanja te pružaju zadovoljstvo brzog, udobnog prijevoza, tako će i autonomni automobili budućnosti nuditi svojim vlasnicima veći stupanj društvene kulture i sigurnosti prometa.

2. Razvoj automobila

Bit je urbanog života poboljšati kvalitetu života ljudi u urbanim uvjetima. Ulice su sve neprohodnije, zakrčene su parkiranim vozilima i različitim iznenađenjima, te nesigurne za pješaka. Stoga tehnologija prometa traži novu viziju korištenja vozila koja će pružiti veću sigurnost i održivost urbanog života. Osnovu strategije budućeg takvog prometa omogućuje umjetna inteligencija primijenjena na autonomna vozila, tj. „pametne automobile“.

2.1. Preferiranje električnih automobila kao automobila budućnosti

Još puno godina proizvodit će se automobili koji će koristiti konvencionalni klipni motori na benzinsko i dizelsko gorivo, posebice kod hibridnih vozila, koji će zadovoljavati ekološke standarde, ali će njihov broj stalno padati. Jedna takva studija procjene *Global share of Hibrid & Electric vehicles* (1), prikazana je na slici 1. U razvoju baterijskih i hibridno električnih vozila mogu se procijeniti dvije značajne faze: faza I – rast hibridnih i električnih vozila i pored visoke cijene baterija, te faza II – prilagodba velikih razmjera uz pad cijena baterija. Može se procijeniti najveći gradijent uvođenja samovoznih automobila od 2025 do 2030.

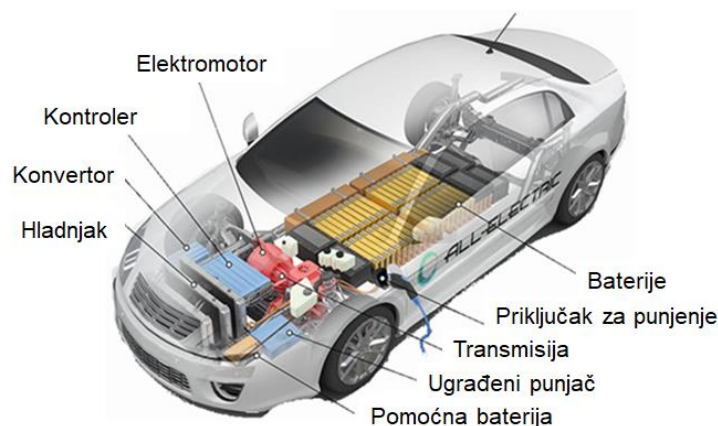


Slika 1. Globalni udio klipnih i baterijskih automobila budućnosti, *Altigreen Propulsion Labs* (1), obrađeno

Baterijska električna vozila (BEV / EV) prepoznaju se ponajprije kao urbana vozila koja ne zagađuju okoliš emisijom štetnih ispušnih plinova. Električni pogon vozila daje povoljne performanse, a vožnja je jeftinija u odnosu na druga vozila. Istosmjerna struja baterija (*litij-ionskih* baterija) pretvara se u izmjeničnu struju za pokretanje trofaznih elektromotora koji pokreću kotače.

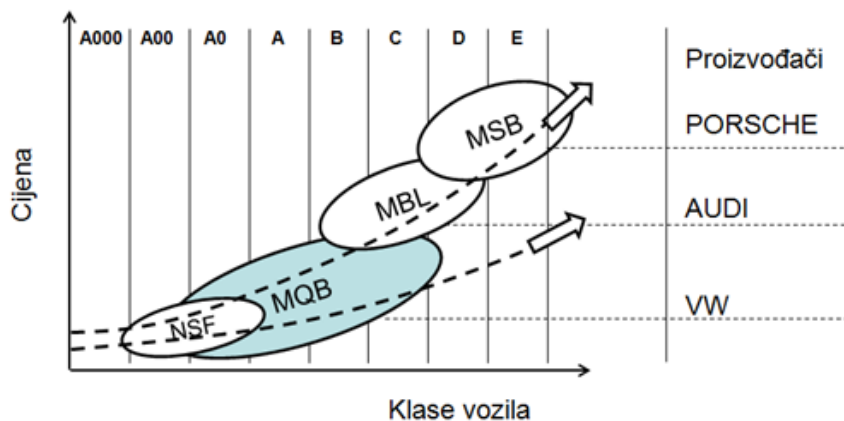
Hibridno električna vozila (HEV) prepoznaju se kao štedljiva vozila, koja kombinirano koriste struju i fosilno gorivo. Elektromotor se koristi za gradsku vožnju, a motor s unutarnjim izgaranjem (benzinski ili dizelski) za međugradsku vožnju. Kombinacija baterija i motora s unutarnjim izgaranjem, pridonosi manjoj potrošnji fosilnih goriva tj. manje štetnoj emisiji ispušnih plinova. Varijanta priključnih **plug-in hibrida** zanimljiva je ljudima koji svakodnevno putuju na manjim udaljenostima te na taj način mogu potpuno ili djelomično izbjeći korištenje klipnih motora.

U razvoju električnih vozila, velika pažnja se posvećuje smanjenju mase i povećanju kapaciteta baterija. Karoserija je izrađena od kompozitnog materijala *CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastic)*, a podvozje od aluminijskog materijala, *slika 2*. Podvozje je izrađeno tako da prednji i stražnji nosači ovjesa imaju ulogu učvršćenja karoserije. Na taj način, u sredini vozila se dobiva pravokutni prostor za smještaj visokonaponskih baterija. Pogonska grupa sastavljena od elektromotora i reduktora smješta se naprijed ili straga, s vučom 4x2 ili 4x4.



Slika 2. Koncept električnog automobila

Osnovu razvoja električnih i hibridnih vozila čini modularna platforma automobila. Primjerice, koncept proizvođača Volkswagen (VW) temelji se na nekoliko platformi, *slika 3. i slika 4*. Složenost i cijena platformi raste s većom klasom vozila. Takva platforma pruža brendovima (*VW, Audi, Seat, Škoda, Porsche*) fleksibilnost proizvodnje različitih varijanti vozila koje traži tržište, kao odgovor na regionalne potrebe. Najveći broj vozila koristi *MQB*-platformu (*Modularer Quer Baukasten*), koja može prihvatiti sve vrste *Otto* i *Diesel* motora te *hibridni pogon*, kao i čisti *električni pogon (MEB)*.



Slika 3. Modularne platforme, klase vozila i proizvođači (6)

NSF - platforma malih gradskih automobila,
MQB - platforma za poprečni smještaj motora, za širi raspon vozila: *Polo*, *Golf*, *A3*, *Altea*, *Passat*, srednji SUV-ovi i CC vozila, *MEB* – čisto električna platforma za električna vozila
MLB - platforma za uzdužni smještaj motora, za raspon vozila: *Audi A4*, *Audi A6*, *Audi A8*, *Phaeton*, *Bentley*,
MSB - modularna standardna platforma pokriva širi raspon sportskih vozila.



Slika 4. *MEB* – Električna platforma automobila (6)

Strategija autonomnih vozila temelji se na modularnoj matrici električnog pogona tj. tehnološkoj platformi razvijenoj posebno za električna vozila. Proizvodnja modela *ID-a*, prvog svjetskog serijskog vozila na temelju *MEB*-a započinje u Zwickau krajem 2019. Također, Audi je postavio model *e-tron*, svoje prvo električno serijsko proizvedeno vozilo. I drugi poznati brendovi automobila najavili su ofenzivu e-mobilnosti.

Današnji nedostatak električnih vozila je njihova kratka autonomija s jednim punjenjem baterija te infrastruktura za brzo punjenje. Međutim, procjenjuje se da će razvoj infrastrukture riješiti te probleme u slijedećem desetljeću, što će pridonijeti razvoju urbanog prometa i kvaliteti života. Paralelno s razvojem električnih vozila razvijaju se i stanice za punjenje električnih vozila na temelju čistih i obnovljivih izvora energije, energije sunca i energije vjetra, koje neće opterećivati postojeću mrežu. Stanice će sunčevu energiju pohraniti u baterije koje će se zatim koristiti za punjenje električnih vozila. Također, dijelovi karoserije će poslužiti kao paneli za punjenje baterija.

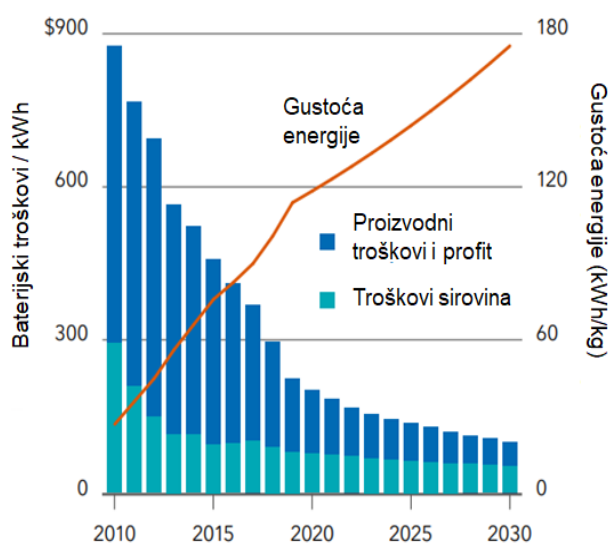
Pripremljena je klasifikacija brzih punjača istosmjernom i izmjeničnom strujom, gdje su punionice podijeljene u 5 razina ovisno o maksimalnoj dostupnoj snazi i vrsti struje (izmjenična ili istosmjerna) (12):

- Razina 1 – izmjenična struja do 1.4 kW
- Razina 2 (standardna) – izmjenična struja do 6.6 kW
- Razina 2 (maksimalna) – izmjenična struja do 19.2 kW
- Razina 3 – istosmjerna struja do 50 kW
- Razina 4 – istosmjerna struja do 150 kW
- Razina 5 – istosmjerna struja do 350 kW

Većina trenutno dostupnih punjača istosmjernom strujom je razine 3 – do 50 kW, dok razina 5 još nije komercijalno dostupna zbog iznimnih infrastrukturnih zahtjeva, ali i zbog činjenice da trenutno dostupna električna vozila ne podržavaju punjenje baterija pomoću punjača tako velikih snaga. Da bi se napunile baterije prosječnog kapaciteta od 37 kWh, potrebno je 26 sati i 26 minuta na punjaču razine 1, 5 sati i 36 minuta na punjaču razine 2 (standardni), 1 sat i 55 minuta na punjaču razine 2 (maksimalni), 44 minute na punjaču razine 3, 15 minuta na punjaču razine 4, te samo 6 minuta na punjaču razine 3 (12). Trenutno se rade intenzivna istraživanja i eksperimenti s induktivnim punjenjem baterija putem mreža naponskih petlji ugrađenih ispod površine ceste.

Kapacitet baterija

Količina energije pohranjene u bateriji automobila utječe na raspon autonomije električnih vozila. Raspoloživa energija pohranjena u bateriji proizvođača automobila *Tesla* iznosi 100 kWh čime je danas vodeća baterija za automobil na tržištu. Degradacija baterije raste eksponencijalno s njezinim potpunim pražnjenjem. Primjerice, manja baterija koja se u potpunosti prazni traje jednu desetinu broja ciklusa punjenja u usporedbi s većom baterijom koja radi do pola svojega kapaciteta te se nakon toga puni. Pražnjenje baterije od 100% do 0% kapaciteta štetno utječe na obnovljivost kapaciteta baterije, dok je rad između 80% i 30% kapaciteta (50% ukupnog raspona) idealno za produljenje trajnosti baterije. Slična karakteristika baterije vrijedi kada je u pitanju stanje napunjenosti, koja se odnosi na količinu energije pohranjene u bateriji u postotku ukupnog kapaciteta. *Tesla* potiče korisnike da u normalnoj uporabi drže stanje napunjenosti oko 80%. To je zbog kemije litijske baterije koja može imati 1000 ciklusa punjenja prije nego što kapacitet padne ispod 75%. Broj ciklusa punjenja određuje vijek trajanja baterije, koje odgovara godinama garancije automobila. Današnje baterije karakterizira mali odnos raspoložive energije prema masi baterije. Za Li-ion baterije to iznosi oko 270 Wh/kg, što je oko 1 MJ/kg (10). Za domet od 200 km potrebno je oko 150 kg litij-ionskih baterija ili 500 kg olovnih baterija (11). Pretpostavlja se da bi buduće Li-ion baterije trebale imati gustoću energije od oko 400 Wh/kg (10).



Slika 5. Procjena proizvodnje baterijskih troškova *BlackRock Investment Institute* (2), obrađeno

Cijena baterija

Troškovi litij-ionskih baterija, sukladno studiji *Future of the vehicle* (2), prikazani po kilowatsatu, *slika 5*. Vidljiva je procjena pada cijene sirovine i pad proizvodnih troškova do 2030 godine. Gustoća energije odnosi se na količinu energije koja se može pohraniti za određenu težinu ili volumen, a prikazuje se u watt satu po kilogramu. Jeftinije, baterije većeg kapaciteta i razvoj javnih stanica za punjenje je ključno za razvoj električnih vozila (EV-a). Prognoze ukazuju na smanjenje baterijskih troškova 73% do 2030 godine. Gustoća energije - količina energije koja se može pohraniti u baterije - očekuje se skoro dvostruko veća u istom razdoblju. Osim niske gustoće energije, visoka cijena je također jedan od negativnih aspekata korištenja baterija. Cijena baterije po kWh 2010. godine bila je 1000\$. Predviđa se da bi do 2020 cijena trebala pasti na oko 300\$ po kWh, te na oko 200\$ po kWh do 2030. godine (11).

Životni vijek električnih automobila

Kod električnih automobila, električni sustavi zamijenili su mehaničke sustave, što smanjuje pojavu neispravnosti i povećava učinkovitost motora. Tehnologija je, međutim, glavni razlog za dugotrajnost automobila. Elektromotori imaju manje pokretnih dijelova, što smanjuje neispravnosti, što rezultira manjim održavanjem i duljim vijekom trajanja (isto vrijedi i za hibridna vozila). Poboljšanja, u učinkovitosti, emisijama, sigurnosti, pouzdanosti i trajnosti dolaze od mikroprocesora i aktuatora. Očekivani životni vijek električnih automobila iznosi 500.000 km. Poboljšanja povećavaju ne samo životni vijek automobila, već i jamstva proizvođača. Jedna godina, tri godine, pet godina, zatim sedam godina nekada je bilo standardno, ali desetogodišnje jamstvo od 100.000 km postaje norma. Obzirom na intenzivan razvoj, električni automobili imaju mogućnost i dužeg životnog vijeka.

2.2. Integrirana zaštita automobila

Sigurnosti automobila kao prijevoznog sredstva temelji se na integriranoj pasivnoj i aktivnoj zaštiti putnika. Primjerice, kombinirani aktivni i pasivni sustav sigurnosti (*CAPS-Combined Active & Passive Safety*) modularni je sustav sigurnosti koji svojim funkcijama štiti putnike u vozilu, pješake i bicikliste.

Aktivna zaštita

Aktivna zaštita suvremenih vozila postignuta je ugradnjom *ESC*-elektroničkog sustava stabilnosti protiv zanošenja vozila. *ESC (Electronic Stability Control)* službeni je naziv. *ESC*-sustav prepoznaje prijetnju nestabilnosti vozila i u kratkom vremenu intervenira ciljanim smanjenjem snage i kočenjem određenog kotača koristeći *ABS*. Smatra se da oko 40% prometnih nesreća nastaje zbog zanošenja vozila.

Održavanju sigurnosti kretanja pridonosi ugradnja i drugih aktivnih sustava stabilnosti, upozorenja i potpore vozaču, kao što je sustav upozorenja i hitnog kočenja (*Warning and Emergency Braking Systems*), nadziranje mrtvog kuta (*Blind Spot Monitoring*), potpora vožnje u voznom traku (*Lane Support Systems*) i održavanje razmaka, upozorenje o brzini (*Speed Alert*), i drugo.

Autonomni sustav kočenja AEB (*Autonomous Emergency Braking System*) sprječava nalete vozila, na vozilo (ACC), na pješaka i bicikliste. AEB sustav koristi radar i kameru kako bi se što prije identificirali pješaci koji su u zoni naleta vozila. Sustav djeluje u nekoliko koraka. Sustav detekcije pješaka može u potpunosti spriječiti nalet vozila na pješaka brzine do 40 km/h. Ako je sudar neizbježan, npr. pri brzinama do 80 km/h AEB smanjuje brzinu naleta vozila, a samim time i posljedice sudara.

Pasivna zaštita

Pod pasivnom sigurnošću podrazumijeva se konstrukcija vozila koja služi zaštitu putnika od ozljeđivanja u slučaju sudara. Time se mogu ublažiti posljedice prometne nesreće. Pasivna zaštita uključuje sigurnosne pojaseve i zračne jastuke, karoseriju te konstrukciju vozila prema kriteriju zaštite pješaka uslijed naleta vozila na pješaka.

Zračni jastuci u kombinaciji sa sigurnosnim pojasevima osiguravaju visoku razinu zaštite putnika. Zračni jastuk je uz sigurnosne pojaseve najvažniji element pasivne sigurnosti vozila. Senzorski sustav je podešen na usporenje (40-50)g. Suvremena karoserija osigurava zaštitu putnika u vozilu. Pri sudaru, prednja zona karoserije sa *apsorberima* udara preuzimaju snagu udarca pri čemu se deformiraju. Kod jačeg udarca energija sudara odvodi se mimo konstrukcije putničke kabine na stražnju zonu. U cilju procjene sigurnosti putnika provode se *crash testovi* (**Crash test Euro NCAP-The European New Car Assessment Programm**). Ovisno o rezultatima testa, vozilima se dodjeljuju zvjezdice sigurnosti 1-5.

Proaktivna zaštita

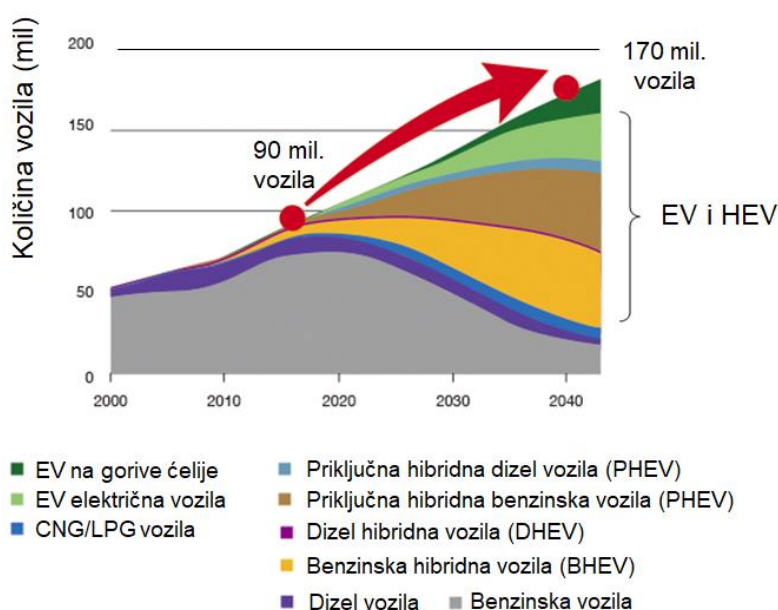
Kako bi se putnicima u slučaju sudara, prevrtanja i bočnih udara mogla pružiti najveća zaštita, razvija se proaktivni sustav za zaštitu putnika (*PreCrash*) koji prepoznaje vrstu i jačinu sudara i prilagođava djelovanje zaštitnih sredstava za zaštitu putnika. U okviru kombiniranog aktivnog i pasivnog sustava sigurnosti (**CAPS**) djeluju aktivni sustavi kao što su: autonomni sustav kočenja (AEB), sustav zračnih jastuka i sigurnosnih pojaseva i ESC-sustav stabilnosti, i drugo. Time se mogu smanjiti opasnosti od ozljeđanja u čeonim, bočnim ili stražnjim sudarima te kod prevrtanja vozila.

Ako sustav proaktivne zaštite putnika detektira potencijalnu situaciju sudara, npr. putem inicijacije naglog kočenja i potpore kočenju, sigurnosni pojasevi vozača i suvozača automatski se natežu radi osiguranja najbolje moguće zaštite zračnim jastukom. Kada se kritična i nestabilna situacija u vožnji detektira, kao što je npr. jako *preupravljanje* ili *podupravljanje* s intervencijom ESC-a, zatvaraju se bočni prozori i krov. Kada su prozori i krov gotovo zatvoreni, zračni jastuci za glavu i bočni zračni jastuci nude optimalnu zaštitu putnika.

Najveća opasnost stradavanja putnika prijeto kod bočnih sudara. Posebno je opasan bočni udar u stablo ili stup. U tom je slučaju najvažnije što prije uočiti opasnost te aktivirati bočne zračne jastuke. Jedna funkcija CAPS-sustava umrežuje ESP-sustav i sustav zračnih jastuka. Ako ta funkcija, zahvaljujući signalima senzora uoči da se vozilo opasno kreće u bočnu stranu, automatski priprema sustav zračnih jastuka na potencijalni bočni sudar. Ako do sudara zaista i dođe, bočni zračni jastuci i jastuci za glavu i poprsje ranije se aktiviraju, što pridonosi zaštiti putnika.

3. Novo doba

Predviđanje ukupne količine proizvedenih automobila u svijetu, sukladno studiji *Scaling up the transition to electric mobility* (3), prikazuje slika 6. Globalna proizvodnja će sa sadašnjih 90 mil. vozila doći do 170 mil. vozila. Može se zaključiti da će električna i hibridno električna vozila odnosno autonomna vozila zajedno imati dominantan utjecaj na promet i kvalitetu života. Puno manji utjecaj imaju EV na gorive ćelije, kao i CNG/LPG vozila.



Slika 6. Predviđanje rasta svjetske proizvodnje automobila
IEA-Internacional Energy Agency (3), obrađeno

3.1. Autonomna vozila

Temeljem analiza e-mobilnosti, u sljedećem desetljeću očekuju se tri najveće transformacije automobilnosti, slika 8. Kako bi sve to bilo funkcionalno i pouzdano, takav promet prati potpora mobilnog servisa i sličnih usluga. Primjerice, Volkswagen strateški ulazi u mobilnost budućnosti i predviđa do kraja 2022. g. preko 34 milijardi eura za e-mobilnost, autonomnu vožnju, digitalnu povezanost i nove usluge. Sukladno *STRATEGIJI 2025 +, od 2020. godine* (5) slijedi pokretanje nove generacije potpuno povezanih električnih automobila.



Slika 8. Tri najveće transformacije automobilnosti novog doba
McKinsey & Company (4), obrađeno

Autonomno vozilo se može definirati kao samovozni automobil pod kontrolom računala, odnosno na umjetnoj inteligenciji. Takvi automobili kombiniraju senzore i softvere za kontrolu i upravljanje vozilom. Na cestama velikih urbanih gradova provode se testiranja tehnologije autonomne vožnje, *slika 7*.



Slika 7. Autonomna tehnologija *Oxbotica*, na testiranju *Ford Mondeo*, London 2019.

Evolucija tehnologije vodi razvoju automatiziranog sustava vožnje (*Automated Driving Systems*). Automatizirani automobili i komercijalna vozila postaju stvarnost (2, 3).

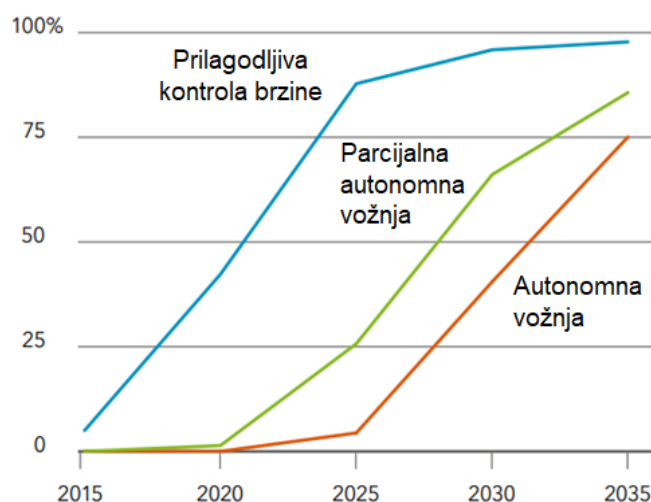
Postoje četiri razine vožnje:

- Razina 0 – vozač u potpunosti upravlja vozilom u svakom trenutku
- Razina 1 – pojedini sustavi u vozilu su automatizirani, poput sustava stabilnosti ili automatskog kočenja
- Razina 2 – najmanje dva sustava mogu biti autonomna u isto vrijeme, poput adaptivnog tempomata i sustava za zadržavanje vozila u voznj traci
- Razina 3 – vozilo može u potpunosti samostalno upravljati vožnjom bez asistencije čovjeka, ali samo u određenim situacijama. Vozilo će upozoriti vozača kada mora preuzeti nadzor nad vozilom i omogućiti će mu dovoljno vremena za preuzimanje nadzora
- Razina 4 – vozilo može u potpunosti samostalno upravljati od početka do kraja putovanja uključujući i parkiranje bez ikakve intervencije vozača (13)

Smatra se da će pametni automobili biti isključivo autonomna vozila na baterije i da će se značajno smanjiti broj prometnih nesreća. Razvoj mobilnog servisa održavati će multimedijски centri koji će biti interaktivni, sa snažnim virtualnim asistentima koji bi bili daleko sposobniji od današnjih. Očekivati je da će upravljanje vozilom biti bez tipki, jer će većinu tih uloga preuzeti glasovni asistent. Budućnost automobila možda će izgledati ovako: ulaskom putnika/vozača u automobil glasom se izdaje zadatak, npr. odlazak na posao. Interakcijom će robot putniku ponuditi rutu obzirom na promet. U tijeku vožnje putni robot će ponuditi ostale medijske usluge tijekom vožnje, obzirom na provedenu personalizaciju, uključiti i emocionalnu analizu putnika u realnom vremenu pomoću prepoznavanja bio-signala. Nakon dolaska automobila na cilj, vozilo će se uputiti do najbliže stanice za punjenje, nakon čega će se parkirati i čekati naredbu da se vrati po putnika i odveze na željenu poziciju.

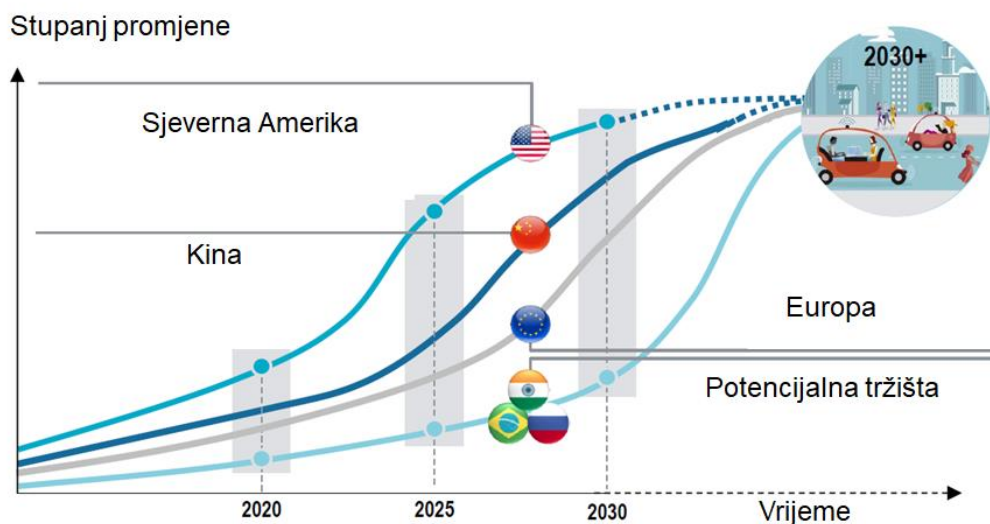
Bitna karakteristika autonomnih vozila je da će osnovni proizvod imati veći naglasak na softveru i njegovim mogućnostima, umjesto na podvozju i motoru. To je zato što autonomna vozila imaju softverske sustave koji pokreću vozilo, što znači da se ažuriranjem reprogramiranjem ili uređivanjem softvera mogu poboljšati prednosti vlasnika. Karakteristika reprogramiranog dijela autonomnih vozila je da ažuriranja ne moraju potjecati samo od dobavljača, jer putem strojnog učenja pametna autonomna vozila mogu generirati određena ažuriranja i u skladu s tim ih instalirati (npr. nove navigacijske karte ili novi računalni sustavi raskrižja). Prema tome autonomna vozila se ne dovršavaju, jer se proizvod može kontinuirano poboljšavati pomoću stručnjaka za kibernetičku sigurnost.

Dijagram procjene prilagodbe količine automobila autonomnoj vožnji u svijetu, prema studiji *Future of the vehicle* (2), prikazana je na slici 9. Prilagodljiva kontrola brzine je proširenje tempomata, s dodatnom značajkom automatskog prilagođavanja lokalnim ograničenjima brzine i uvjetima okoline. Parcijalna autonomna vožnja ili ograničena sposobnost samovožnje, omogućava vozaču da u određenim situacijama ponovno preuzme kontrolu. Autonomna vožnja znači da vozač nije potreban ni u jednoj fazi, a vozilom se može upravljati na daljinu. Kombiniranje autonomnih i neautonomnih vozila u prometnom traku će biti značajan izazov, jer moraju dijeliti cestu. Zato će najteže vrijeme biti prijelazno razdoblje.



Slika 9. Procjena prilagodbe automobila autonomnoj vožnji, 2015-2035
BlackRock Investment Institute (2), obrađeno

Sukladno studiji *Global automotive supplier study highlights* (15), najveći stupanj rasta primjene autonomnih vozila očekuje se u Sjevernoj Americi, zatim u Kini te u Europi, slika 10. Scenario prikazuje najveći stupanj rasta u periodu 2025 - 2030 godine. Najveća penetracija se predviđa u velikim gradovima Sjeverne Amerike. Tu će se provesti stroga regulacija propisa. U velikim gradovima Europe, postoje dovoljni uvjeti za primjenu autonomnih vozila. Iako postoji stroga regulacija emisije ispušnih plinova koja utječe na e-mobilnost i primjenu čistih autonomnih vozila, spori regulatorni procesi smanjuju stopu rasta.



Slika 10. Stopa rasta autonomnih vozila u svijetu
Study by Ronald Berger (15), obrađeno

3.2. Sigurnosni aspekti autonomnih vozila

Sigurnost je jedan od temeljnih zahtjeva koji moraju biti ispunjeni prije nego što autonomna vozila uđu u komercijalnu upotrebu. Iako danas postoje ISO standardi koji definiraju pitanje sigurnosti kod cestovnih vozila (npr. ISO 26262), takvi standardi još ne postoje za autonomna vozila. Iako je Google-ovo autonomno vozilo prešlo više od milijun kilometara bez ikakvih nesreća, postavlja se pitanje da li je to dovoljan dokaz sigurnosti takvih vozila. Neka istraživanja pokazuju da bi vozilo trebalo prijeći oko 17 milijardi kilometara da bi se sa 95% sigurnošću moglo utvrditi da su autonomna vozila sigurnija od vozila kojima upravlja čovjek (7). Drugi problem je što se softver često nadograđuje, te postoji mogućnost da zamjena samo jedne linije koda u softveru može prouzročiti nepredviđene probleme, što bi značilo da nakon svake nadogradnje softvera svi dokazi o pouzdanosti prethodne verzije prestaju važiti za novu verziju softvera. Neki autori smatraju da bi autonomna vozila trebala polagati vozački ispiti poput ljudi, te da bi svako vozilo moralo imati posebnu vozačku dozvolu (8).

Izvorni kod softvera koji upravlja autonomnim vozilom obično nije dostupan, S obzirom da je to ključan dio svakog autonomnog vozila, te da temeljem tog softvera vozilo donosi odluke u prometu, nameće se pitanje da li je potrebno oformiti neku nezavisnu organizaciju koja bi bila zadužena za procjenu učinkovitosti tog softvera. Pitanje je da li bi takva organizacija uopće mogla provjeriti softvere s obzirom na njegovu složenost ili je jedina mogućnost da proizvođač softvera bude jedino nadzorno tijelo. Druga mogućnost, koju preferiraju zakonodavci jest da se jednostavno procjenjuje ukupni učinak vozila, odnosno njegovo ponašanje u realnim uvjetima, te se na taj način donese ocjena o sigurnosti cijelog sustava autonomnih vozila (9).

Tu je također i pitanje ugrađene opreme. Laserski senzori su vrlo pouzdani u svim vremenski uvjetima, za razliku od ultrazvučnih senzora koji ne rade dobro pri lošim vremenskim uvjetima poput kiše. U isto vrijeme, laserski senzori su mnogo skuplji, te bi se proizvođači mogli odlučiti za ugradnju jeftinije opreme. Tu se postavlja pitanje kako bi vozilo trebalo reagirati u slučaju da vremenski uvjeti onemogućuju sigurnu

vožnju. Da li vozilo treba odmah upozoriti vozača, te mu prepustiti nadzor nad vozilom, ili se vozilo treba sigurno zaustaviti prije nego što vozač preuzme nadzor nad vozilom? Da li takvim vozilom smije upravljati osoba bez vozačke dozvole? To su samo neka od sigurnosnih pitanja koja moraju biti riješena prije nego što autonomna vozila uđu u širu primjenu.

Drugi vid sigurnosti odnosi se na rad samog softvera. Da li vozila čiji softver nije nadograđen na najnoviju verziju smije prometovati? Kako spriječiti neovlašteno preuzimanje vozila (hakerski napadi), te mogućnost korištenja autonomnih vozila za terorističke napade. Na koji način procijeniti minimalne sigurnosne zahtjeve da bi se spriječila zloupotreba autonomnih vozila? Sva ta pitanja još očekuju odgovore.

3.3. Dizajn automobila budućnosti

Kako klasični tako i autonomni automobili moraju biti privlačni svojim korisnicima, nezavisno od toga da li ga posjeduju ili ne. Ako služi kao dio zajedničke usluge ili individualno, automobili budućnosti ostvariti će svoju potražnju na tržištu zahvaljujući i svom dizajnu.

Oblik automobila i njegovih dijelova proizlazi iz njihove funkcije. Prema viziji studije *Autonomous Driving* (14), dizajn autonomnih vozila temelji se na tri oblika automobila: *mini* - za uporabu na kraće udaljenosti, *midium* - za srednje udaljenosti i personalizirana vozila, *slika 11*.



Slika 11. Procjena mogućeg dizajna automobila
Study by Ronald Berger (14), obrađeno

Mini vozila primarno će se koristiti u gradovima i prigradskim naseljima. Takva vozila pružaju veliku okretljivost, domet 15-20 km, kapacitet 1-2 putnika. To su vozila za rentanje (dijeljenje), visoko pouzdana i nisu skupa za nabavu i održavanje. *Midium vozila* će se također primarno koristiti u gradovima i prigradskim naseljima. Takva vozila pružaju veći komfor, nude više prostora za prijevoz 4+ putnika. To su također vozila za rentanje.

Personalizirana vozila, bilo za fizičke ili pravne osobe, nemaju ograničenja, ni po dometu, ni komforu, ni obliku (*limuzina, hatchback, crossover, SUV*). Obzirom na to da se vozač ne fokusira na upravljanje vozilom, dizajn interijera i medijsko-zabavna industrija preispitat će što rade putnici autonomnih vozila kada su na putu. U praksi će se pokazati da li putnici imaju više vremena za posao i / ili slobodno vrijeme. U oba slučaja, vizualna poruka vanjskog i unutarnjeg uređenja stoga mora biti inteligentno osmišljena, stvarajući automobil kao tržišni proizvod, *slika 12, 13*.



Slika 12. Automobil budućnosti 2040 (*Mercedes*) (16)

Dizajneri automobila će u skladu s budućim uvjetima zadovoljstva i doživljaja kreirati formu automobila budućnosti. Razvoj dizajna novog vozila kao i vozila budućnosti, kreće od percepcije kupaca, zatim slijedi proces dizajniranja. Dizajnom se pogađa tržište odnosno regionalni ukus, koji određuje identitet i prepoznatljivost vozila. Estetski oblik vozila je dokaz umjetničke vrijednosti. Dizajn brzo zastarijeva i postaje dosadan. Zato budući dizajn autonomnih automobila kao i konvencionalnih vozila treba pobuditi emocije i znatiželju čime se osigurava potražnja.



Slika 13. Dizajn interijera automobila budućnosti 2040 (*Mercedes*) (16)

4. Zaključak

Budućnost automobila leži svakako u elektro i hibridnim vozilima. Njihovu brzu ekspanziju za sada najviše koči razvoj mreže i infrastrukture za punjenje pa će još jedno vrijeme hibridi, a posebno „plug-in“ varijante biti u prednosti pred čisto električnim vozilima.

Sve više proizvođača razvija nove šasije prilagođene isključivo električnom konceptu vozila s obzirom da korištenje postojećih karoserija koje su razvijane za klasični pogon ograničavaju ugradnju pojedinih sustava pogotovo baterija. Također sve se više radi na unificiranju konstrukcije i sustava punjenja među proizvođačima što se pogotovo odnosi na VN baterije, a novi koncepti pogona obuhvaćaju nezavisni pogon primjenom motora u svakom kotaču kao i razvoj sustava autonomne vožnje bez vozača.

Perspektivno mobilno podvozje automobila budućnosti čini modularna platforma električnih vozila. Autonomna vozila prolaze faze testiranja i prilagodbe cestovnim uvjetima kretanja. Može se očekivati da će autonomna vozila najprije raširiti u razvijenim zemljama, zatim na našim ulicama. To će uzrokovati potrebu za logističkim razvojem mobilnog servisa.

Autonomna vozila zahtijevaju razvoj dodatnih ISO standarada po pitanju njihove sigurnosti. Softver autonomnih vozila ključni je dio koji ima najveći utjecaj na ponašanje vozila u prometu. Zbog njegove kompleksnosti, postoji problem u vanjskoj valorizaciji softvera i njegovih izmjena, pa još uvijek nije definirano na koji način će se odobravati autonomnim vozilima sudjelovanje u prometu. Još uvijek ne postoje kriteriji koji bi garantirali da njihovo zadovoljavanje čini autonomno vozilo sigurnim za sudjelovanje u prometu. Studija *Making electric vehicles profitable* (4) procjenjuje da će raširena uporaba autonomnih vozila "ukloniti 90% svih automobilskih nesreća, spasiti tisuće života, spriječiti velike troškove štete i zdravstvene troškove liječenja.

U razvoju vozila veliki značaj daje se sigurnosti putnika u automobilu. Kako bi se putnicima u slučaju sudara mogla pružiti najveća zaštita, razvija se proaktivni sustav za zaštitu putnika koji prepoznaje vrstu i jačinu sudara i prilagođava djelovanje zaštitnih sredstava za zaštitu putnika kao što je autonomni sustav kočenja (AEB), sustav zračnih jastuka i sigurnosnih pojaseva, ESC-sustav stabilnosti, i drugo. Time se smanjuju opasnosti od ozljeda u svim vrstama sudara te kod prevrtanja vozila.

Kada automobili prebacuju kontrolu vožnje na tehnologiju autonomnog upravljanja, javlja se potreba da se razvijaju zakoni o odgovornosti kako bi se identificirale stranke odgovorne za štetu i ozljede i kako bi se riješio sukob interesa između ljudi, operatora sustava te osiguravatelja.

Dizajn automobila budućnosti bit će uvjetovan, kao i danas, doživljajem, komforom i sigurnošću vožnje te će i u budućnosti biti mjerilo uspješnosti proizvoda na tržištu vozila. Dizajn čini automobile funkcionalnijim, ljepšim i profitabilnim.

Literatura

1. Global share of Hybrid & Electric vehicles, AltiGreen Drive electric, Altigreen Propulsion Labs Pvt. Ltd, Bangalore, 2018.
2. Future of the vehicle. Winners and losers: from cars and cameras to chips, BLACKROCK INVESTMENT INSTITUTE, GLOBAL INSIGHTS, April 2017.
3. Scaling up the transition to electric mobility, IEA - International Energy Agency. Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020. Global EV Outlook,
4. Baik Y., Hensley R., Hertzke P., Knupfer S.: Making electric vehicles profitable, McKinsey & Company, Chicago, 2019.
5. TRANSFORM 2025+ strategy, Volkswagen, 2019.
6. Mikulić, D.: Motorna vozila, Teorija kretanja i konstrukcija, Veleučilište Velika Gorica, Velika Gorica, 2016.

7. N. Kalra and S. M. Paddock. Driving to safety: How many miles of driving would it take to demonstrate autonomous vehicle reliability? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94(Supplement C):182 – 193, 2016.
8. N. McBride. The ethics of driverless cars. *SIGCAS Comput. Soc.*, 45(3):179–184, Jan. 2016.
9. Holstein, Tobias & Dodig Crnkovic, Gordana & Pelliccione, Patrizio. (2018). Ethical and Social Aspects of Self-Driving Cars.
10. A brief review of current lithium ion battery technology and potential solid state battery technologies, A.Ulvestad, 2018
11. Comparative analysis of battery electric, hydrogen fuel cell and hybrid vehicles in a future sustainable road transport system, Offer G.J., Howey D., Contestabile M., Clague R., Brandon N.P., *Energy policy* 2009, doi:10.1016/j.enpol.2009.08.040
12. Lee H., Clark A.: *Charging the Future: Challenges and Opportunities for Electric Vehicle Adoption* Faculty Research Working Paper Series, Harvard Kennedy School, 2018
13. Zhao J., Liang B, Chen Q.: (2018) "The key technology toward the self-driving car", *International Journal of Intelligent Unmanned Systems*, V6 Issue: 1, pp.2-20
14. Study by Autonomous Driving, Think ACT, Ronald Berger Strategy Consultants GmbH, Munchen, 2014.
15. Study by Roland Berger global automotive supplier study highlights, Afia, Ihavo, January 2019.
16. *Vozim HR, kolovoz*, 2017. *Budućnost automobila: kako će izgledati vozila 2040. godine?* Preuzeto s <https://vozim.hr/buducnost-automobila-kako-ce-izgledati-vozila-2040-godine/>

CAR OF THE FUTURE CHARACTERISTICS IN THE CONTEXT OF TRAFFIC SAFETY DEVELOPMENT

Abstract

The article presents the state and development of future "smart cars", based on research conducted by well-known research associations. The development indicators are the new platforms for electric and hybrid vehicles. The market indicates a prompt arrival of a "new era" based on the manufactures offensive and their home countries support. On a global scale, Battery Electric Vehicles (BEVs) and Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEVs) design is gaining ground. Environmental directives and government incentives on emission-free vehicles speed up the whole process of adopting new technologies worldwide, suggesting a dramatic change in urban traffic in the near future. Smart cars would contribute lowering pollution, traffic accidents and other expenses.

Keywords: electric vehicles, hybrid electric vehicles, smart cars, autonomous vehicles, e-mobility, car design