

Primjena koncepta Internet of Things za potrebe sustava carsharing

Grgurić, Gordana

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:201681>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-19**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Gordana Grgurić

**PRIMJENA KONCEPTA INTERNET OF THINGS
ZA POTREBE SUSTAVA CARSHARING**

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

**PRIMJENA KONCEPTA INTERNET OF THINGS
ZA POTREBE SUSTAVA CARSHARING**

**APPLICATION OF THE INTERNET OF THINGS
CONCEPT IN CARSHARING SYSTEM**

Mentor: dr. sc. Ivan Grgurević

Student: Gordana Grgurić, 0135209354

Datum obrane: 24. rujna 2015.

ZAGREB, 2015.

SAŽETAK

U diplomskom radu dan je pregled dosadašnjih istraživanja koncepta *Internet of Things* (IoT), značajke koncepta, te moguća rješenja zagušenja prometa u nekim gradovima. Opisane su tehnologije i informacijsko - komunikacijska infrastruktura za potrebe razvoja koncepta IoT, te mobilne mreže i protokoli. Istražene su primjene i planiranje koncepta *Internet of Things* za potrebe razvoja sustava zajedničkih vožnji osobnim vozilima - model *carsharing*. Opisana su rješenja temeljena na konceptu IoT i platforme za obradu podataka¹. Navedene su karakteristike sustava *carsharing*, povijest *carsharinga* u svijetu i u Hrvatskoj. Istraživanje vezano za navedeni sustav i koncept IoT je provedeno metodom anketiranja ciljane skupine korisnika suvremenih tehnologija. Putem metode anketiranja utvrđene su mogućnosti primjene koncepta *Internet of Things* za potrebe razvoja modela *carsharing*.

Ključne riječi: Koncept Internet stvari (IoT); prometni sustav; *carsharing* model; informacijsko - komunikacijska infrastruktura

SUMMARY

The thesis reviews the current research of the concept of Internet of Things (IoT), features the concept and solution of traffic congestion in some cities. It describes technologies and information and communication infrastructure for the development of the concept of IoT, and mobile networks and protocols. This paper is the implementation and planning of the concept of Internet of Things for the needs of the development of the common drive by car - car sharing model. Described are solutions based on the concept of IoT and platforms for data processing. These are the characteristics of a car sharing system, history, car sharing in the world and in Croatia. Research related to this system and the concept of IoT was conducted by surveying the target groups of users of modern technology. Through the survey methods were found possible applications of the concept of Internet of Things for the development of car-sharing model.

¹ Hardver na kome radi operativni sustav ili operacijski sustav pod kojim rade softverske aplikacije. Intelovi procesori čine platformu na kojoj se grade operativni sustavi. DOS/windows je platforma za koju se izrađuju aplikacijski programi.

Keywords: Internet of Things concept (IoT); traffic system; model of carsharing; information and communication infrastructure.

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA KONCEPTA INTERNET OF THINGS	4
2.1. Zastupljenost koncepta IoT	8
2.2. Glavne prednosti i nedostaci vezani za razvoj i primjenu IoT rješenja	13
2.3. Rješenje prometnog zagušenja temeljena na konceptu IoT.....	16
2.4. Rješenje zagušenja u gradu Parizu temeljem koncepta IoT	18
3. TEHNOLOGIJE U FUNKCIJI KONCEPTA INTERNET OF THINGS.....	21
3.1. Semantičke tehnologije	23
3.1.1. Mreža	24
3.1.2. Mrežne tehnologije	24
3.1.3. Složenosti mreže budućnosti.....	25
3.1.4. Rast bežičnih mreža	25
3.1.5. Mobilne mreže	26
3.1.6. Skalabilnost IPv6 i IoT-a.....	26
3.1.7. Razotkrivanje potencijala komunikacijskih tehnologija	27
3.2. Korištene tehnologije.....	27
3.2.1. RFID	27
3.2.2. NFC	29
4. INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKA INFRASTRUKTURA ZA POTREBE INTERNET OF THINGS	31
4.1. Machine-to-Machine komunikacija.....	37
4.2. Komunikacija između vozila - (V2V) komunikacija	38
5. PRIMJENA I PLANIRANJE KONCEPTA INTERNET OF THINGS	39
5.1. Rješenja temeljena na konceptu IoT	41
5.2. Platforme za obradu podataka u stvarnom vremenu.....	43
6. KARAKTERISTIKE SUSTAVA CARSHARING	46
6.1. Carsharing povijest	47
6.2. Carsharing kao prometni model	48
6.3. Carsharing modeli	51

6.4. Prisutnost carsharing sustava u svijetu	52
6.5. Carsharing u Hrvatskoj.....	56
6.6. Mogućnosti rasta carsharing usluge.....	57
7. ANKETNO ISTRAŽIVANJE PRIMJENE KONCEPTA INTERNET OF THINGS ZA POTREBE SUSTAVA CARSHARING	60
8. ZAKLJUČAK.....	78
LITERATURA	81
POPIS KRATICA I AKRONIMA.....	85
POPIS SLIKA, GRAFIKONA I TABLICA.....	88
PRILOG - ANKETNI UPITNIK	90
Istraživanje primjene koncepta Internet of Things (IoT) za potrebe razvoja modela carsharing.....	90

1. UVOD

Internet stvari (engl. *Internet of Things*, kratica IoT) povezuje objekte iz okoline u globalnu mrežu temeljenu na protokolu IP, a takva mreža čini preduvjet za razvoj pametne okoline velikih razmjera (engl. *smart environment*). Nakon izoliranog razvoja pojedinih područja tehničkih znanosti samostalno, npr. tehnologije povezivanja uređaja u pokretu, bežične senzorske mreže, obrada velikih količina podataka, dodavanjem posredničkog programskog sloja ostvaruje se koncept Interneta objekata. Suradnja nekad nezavisnih tehnologija i platformi otvara mogućnost ostvarivanja naprednih usluga bez potrebe za posjedovanjem specijaliziranih znanja svakoj tehnologiji koja se koristi za ostvarivanje usluge. Primjene usluga u području IoT su raznolike, od korisničkih aplikacija koje će pružati dodanu vrijednost samo korisniku koji ih je definirao (primjerice odabir najpovoljnije rute putovanja) do cjelokupnih grana znanosti kojima je omogućeno pojednostavljeno dijeljenje ograničenih resursa (primjerice promatranje prirodnih pojava pomoću mreže senzora i drugih). Potvrda da koncept IoT ima sve veći utjecaj na tržištu je vidljiv iz broja povezanih uređaja. Broj uređaja povezanih u IP-baziranu mrežu 2003. godine bio je 500 milijuna, dok je 2010. godine taj broj procijenjen na 12,5 milijardi, čime je broj povezanih uređaja premašio broj stanovnika na Zemlji. [1]

Svrha diplomskog rada obuhvaća pregled razvoja i moguće primjene koncepta *Internet of Things* u tehnologiji prometa i transportu odnosno sustava *carsharing* kao jednog od modela zajedničkih vožnji osobnim vozilima.

Cilj diplomskog rada je istražiti primjenu i planiranje koncepta *Internet of Things* za potrebe razvoja sustava *carsharing*. Istraživanje će se provesti metodom anketiranja ciljne skupine korisnika suvremenih tehnologija.

Diplomski rad sastoji se od osam poglavlja:

1. Uvod
2. Pregled dosadašnjih istraživanja koncepta *Internet of Things*
3. Tehnologije u funkciji koncepta *Internet of Things*
4. Informacijsko-komunikacijska infrastruktura za potrebe *Internet of Things*
5. Primjena i planiranje koncepta *Internet of things*

6. Karakteristike sustava *carsharing*
7. Anketno istraživanje primjene koncepta *Internet of Things* za potrebe sustava *carsharing*
8. Zaključak

Uvodno poglavlje opisuje svrhu i cilj diplomskog rada te daje kratak sažetak rada po poglavljima. U diplomskom radu bit će obrađena dosadašnja istraživanja vezana za koncept *Internet of Things*, u kojemu će biti obrađena njegova zastupljenost, glavne značajke, te rješenja u funkciji smanjivanja prometnih zagušenja u pojedinim gradovima u Europi i Sjevernoj Americi (drugo poglavlje). U trećem poglavlju bit će obrađene tehnologije koje su u službi koncepta IoT, semantičke i mrežne tehnologije, mreže budućnosti, bežične i mobilne mreže, protokoli u službi istih te budući potencijal mreže. U četvrtom poglavlju opisana je arhitektura mreže koncepta IoT, u petom primjena i planiranje koncepta IoT, a u šestom poglavlju opisan je sustav *carsharing*, povijest razvoja, *carsharing* modeli, *carsharing* u svijetu i u Hrvatskoj, te mogućnosti rasta *carsharing* sustava. Sedmo poglavlje je ujedno i najvažnije poglavlje za ovaj diplomski rad, jer su u njemu prikazani rezultati anketnog istraživanja na temu primjene informacijsko komunikacijske infrastrukture za potrebe razvoja koncepta IoT. Rezultati su popraćeni grafičkim prikazima radi lakšeg uočavanja i donošenja zaključaka. Sedmo poglavlje čini zaključak, odnosno sažetak svih dosadašnjih saznanja i istraživanja, te konačno zaključak cijelog diplomskog rada i njegove svrhe i cilja.

Predviđa se da će se broj od 25 milijardi povezanih uređaja dosegnuti već 2015. godine, a do 2020. bi se trebao popeti na 50 milijardi uređaja [1]. Ako se u razmatranju promatraju samo korisnici koji koriste Internet, 2010. godine takvih korisnika je bilo 2 milijarde čime dolazimo da u prosjeku svakom korisniku pripada šest umreženih uređaja. Brzi rast broja uređaja spojenih na Internet je vidljiv u veličini globalnog tržišta senzora koje je u 2010. godini iznosilo 56,3 milijarde američkih dolara, a za 2016. godinu je procjena 91,5 milijardi američkih dolara što čini stopu od 7,8% godišnjeg rasta [2]. Senzor ili pretvornik je uređaj koji mjeri fizikalnu veličinu (na primjer temperature, vlažnosti zraka, tlaka, broj okretaja motora) i pretvara ju u signal pogodan za daljnju obradu (najčešće u električni signal). Osim širenja infrastrukture i broja korisnika Internet objekata, u prilog razvoju IoT-a idu i brojke koje govore o

očekivanjima koristi od IoT-a u malim i srednjim poduzećima. Istraživanja pokazuju da su velika očekivanja od IoT-a u pogledu smanjenja troškova poduzeća ili brži povrat sredstava uložениh u razvoj. Usluge u kojima očekuju najveće koristi su praćenje i identifikacija objekata te promet i logistika.

U diplomskom radu očekuje se provedba istraživanja koje obuhvaća pregled razvoja i moguće primjene koncepta *Internet of Things* u tehnologiji prometa i transportu, odnosno sustavu *carsharing*. Metodom anketiranja istražit će se mogućnosti primjene koncepta *Internet of Things* za potrebe razvoja sustava *carsharing*. Istraživanje će se provesti na ciljanoj skupini korisnika suvremenih tehnologija. Temeljem anketnog istraživanja vezanog za primjenu koncepta *Internet of Things* za potrebe sustava *carsharing*, dobit će se rezultati vezani za rasprostranjenost i korištenje tehnologija te mogućnosti razvoja novih usluga. Izradom diplomskog rada utvrdit će se potrebe i zahtjevi korisnika u cilju prepoznavanja novih mogućnosti IoT-a kod sustava zajedničkih vožnji osobnim vozilima.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA KONCEPTA INTERNET OF THINGS

Internet stvari (IoT) je nova paradigma koja označava povezivanje različitih uređaja uz korištenje mogućnosti Interneta. Povezivanje različitih uređaja može biti bežično i omogućavaju se nove mogućnosti za međusobnu interakciju između različitih sustava. Primjenom koncepta IoT ostvaruju se nove mogućnosti u cilju razvoja sustava kontrole te praćenja i pružanja naprednih informacijsko-komunikacijskih usluga.

Dosadašnja istraživanja i dostupne analitike promatraju koncept *Internet of Things* prema različitim segmentima koje je moguće razdvojiti na tehnologiju (Tan, J., Koo, S.G.M.: „*A Survey of Technologies in Internet of Things*“, 2014.; Yang, Z. i suradnici: „*Study and application on the architecture and key technologies for IOT*“, 2011.; KuBo, *Wuhan Vocational College of Software and Engineering*: „*The Research of IoT Based on RFID Technology*“, 2014), [3] [4] [5] mrežu (Nam, J., Park, J.H., Chung, J.M.: „*Performance analysis of cooperative content delivery in wireless IoT networks*“, 2014.; Kim, J., Lee, J.: „*Cluster-Based Mobility Supporting WMN for IoT Networks*“, 2012.), [6] [7], arhitekturu (Xua, R., Shuang-Hua, Y., Li, P., Cao, J.: „*IoT architecture design for 6LoWPAN enabled Federated Sensor Network*“, 2014.) [8] i primjenu (Chen, T.Y., Wei, H.W., Hsu N-i, Shih, W.K.: „*A IoT Application of Safe Building in IPv6 Network Environment*“, 2013.; McEwen, A., Cassimally, H.: „*Designing the Internet of Things*“, 2013.; Kos, A., Sedlar, U., Sterle, J., Volk, M., Bester, J., Bajec, M.: „*Network monitoring applications based on IoT system*“, 2013.) [9] [10] [11].

Razvojem koncepta IoT prepoznaju se njene primjene u različitim sektorima odnosno područjima znanosti, a najveće potencijale moguće je ostvariti u polju tehnologije prometa i transporta odnosno u dijelu prometa i logistike (Atzoria, L., Ierab, A., Morabito, G.: „*The Internet of Things: A survey*“, 2010.) [1]. Osnovna ideja ovog koncepta je da stvari oko nas učini sveprisutnima, odnosno da poveže bežične sustave uz korištenje različitih tehnologija s objektima, kao što su oznake Radiofrekventne identifikacije (engl. *Radio-Frequency Identification*, kratica *RFID*), senzori, *aktuatori*, mobilni uređaji, itd. - koji su, kroz jedinstvene načine, u stanju komunicirati međusobno te surađivati sa susjednim uređajima u smislu postizanja

zajedničkog cilja. Neupitno, glavna zadaća i moć IoT ideje je visok utjecaj na aspekte svakodnevnog života i ponašanje potencijalnih korisnika. U tom kontekstu održavanje različitih uređaja i strojeva, usluga e-zdravlja i e-učenja su samo neki od primjera moguće primjene scenarija u kojem će nova paradigma igrati vodeću ulogu u bliskoj budućnosti. Isto tako, iz perspektive poslovnih korisnika, najviše očite posljedice biti će jednako vidljive u područjima kao što su automatizacija i industrijska proizvodnja, logistika, upravljanje poslovnim procesima, inteligentni prijevoz ljudi i roba i drugo.

Polazeći od gore navedenog, ne bi trebalo biti iznenađujuće da je IoT prihvaćen od strane *National Intelligence Council*² (kratica NIC) što dokazuje dokument "*Disruptive Civil Technologies - Six Technologies with Potential Impacts on US Interests out to 2025*"³ s potencijalnim utjecajima pojedinih tehnologija na interese Sjedinjenih Američkih država (SAD).²

NIC predviđa da će se do 2025. Godine IoT nalaziti u svakodnevnim stvarima - hrani, namještaju, dokumentima i drugim. Naglasak je na buduće mogućnosti koje će se pojaviti, počevši od toga da je najveća potražnja za napretkom u tehnologiji prometa i transportu. Širenje tehnologije na koncept IoT doprinijet će razvoju gospodarstva.

Moguće prijetnje koje proizlaze iz usvajanja takve tehnologije tiču se informacijske sigurnosti, jer bi IoT postao puno rasprostranjeniji nego sam Internet do sada, s toga bi i njegovi rizici sezali u određenu širinu. Zapravo, potrebno je još mnogo raditi i istraživati koncept IoT kako bi tehnološki i društveni problemi koncepta bili riješeni prije nego bude široko prihvaćen.

Najvažniji dio razvoja IoT koncepta je interoperabilnost među uređajima, koja im pruža uvijek viši stupanj dosljednosti i omogućuje njihovu prilagodbu i samostalnost, te jamči povjerenje, privatnosti sigurnost. Također, IoT ideja sadrži nekoliko novih problema koji se odnose na mrežne aspekte. U skladu s tim, predložena rješenja trebaju obratiti posebnu pozornost na resursne učinkovitosti osim očitih problema skalabilnosti. Nekoliko industrijskih, standardizacijskih i

² Od svog osnutka 1979. godine, organizacija služi kao most između inteligencije i političke zajednice, izvor je materijalnog znanja o obavještajnim pitanjima u suradnji s obavještajnim zajednicama.

³ National Intelligence Council (NIC), *Disruptive Civil Technologies – Six Technologies with Potential Impacts on US Interests Out to 2025 – Conference Report CR 2008-07*, April 2008.

istraživačkih tijela trenutno su uključena u aktivnosti razvoja rješenja za ispunjavanje istaknutih tehnoloških zahtjeva vezanih za koncept IoT. [1] U tablici 1. dan je pregled dosadašnjih istraživanja različitih autora i istraživačkih skupina u području primjene koncepta IoT.

Tablica 1. Pregled dosadašnjih istraživanja različitih autora [12]

Naziv	Glavne značajke	Vrsta	Razina razvoja
Tingynet (http://www.demosteinkjer.no)	Tržište za IoT Usvajanje semantičke web tehnologije za traženje objekata	IoT tržište	Gotovo spreman za tržišna rješenja
SOGETI mobile strategy and services (http://www.sogeti.com/looking-for-solutions/Services/Mobility/mobile-strategy/)	Implementacija prilagođenih IoT (mobilnih) aplikacija	IoT platforme	Tržišna rješenja
IPDX.NET (www.mact-usa.com)	IoT platforme sa standardiziranim komunikacijskim protokolima koje omogućuju M2M aplikacije	IoT platforma	Gotovo spreman za tržišna rješenja
Infosys ShoppingTrip360 (http://www.infosys.com/shoppingtrip360/Pages/index.aspx)	Napredni maloprodajni program koji je u stanju pratiti kretanja i izbore kupaca u realnom vremenu	IoT aplikacije	Pilot rješenja su provedena
Smart Santander EU Project (http://www.smartsantander.eu/)	Grad kao eksperimentalni istraživački objekt tipičnih aplikacija i usluga za pametan grad	IoT platforma	R&D projekt
GEPPADI (http://sol.spi.be/presse/geppadi/)	Pilot rješenje za pametnu rasvjetu u Belgiji	IoT aplikacije	Pilot projekt
s.Oliver Shops (http://www.rfidjournal.com/articles/view?8013/2)	Pilot rješenje za usvajanje RFID oznaka za odjeću	IoT aplikacije	Pilot projekt
Device Gateway (www.devicegateway.com)	IoT platforma koja se temelji na Cloud i IPv6 tehnologiji Trenutno je usvojena u mnogim europskim projektima kao i osnovnim tehnologijama	IoT platforma	Tržišna rješenja

PROMISE Innovation (http://promise-innovation.com/)	IoT platforma za prikupljanje, obradu i dostavu relevantnih informacija o proizvodima tijekom čitavog životnog vijeka proizvoda. Trenutno je usvojena u mnogim europskim projektima kao i osnovnim tehnologijama	IoT platforma	Tržišna rješenja
The GIG Tank (http://www.thegigcity.com/gigtank/)	IoT platforma za poduzetnike koji imaju viziju izgradnje sljedeće generacije proizvoda i usluga. Pilot projekt u američkom gradu Chattanooga (država Tennessee). Nudi alat za pokretanje nove usluge na temelju postojećih usluga (ponovno korištenje / adaptacija)	IoT platforma	Pilot projekt
smarththings.com (http://www.smarththings.com)	IoT aplikacije za umrežavanje kućnih uređaja, kontrolu i uštedu energije na temelju određene uređaja i čvorišta	IoT aplikacije	Tržišna rješenja
HAT (http://hubofallthings.wordpress.com)	Projekt UK & R razvija osobni digitalni trezor za podatke koji dolaze iz kuće umreženih uređaja, odnosno pametne kuće Cilj je stvoriti tržište osobnih podataka i usluga	IoT tržište	R&D projekt
Xively (https://xively.com)	Tržište za Internet stvari Već na tržištu	IoT tržište	Tržišna rješenja
Philips Hue (www.meethue.com)	Bežične aplikacije za kontrolu stanja i boju žarulje	IoT aplikacije	Tržišna rješenja
Iris Smart Home by Alert.Me (https://www.alertme.com/partners/lowes/)	Set bežičnih uređaja za kućnu sigurnost i praćenje potrošnje energije	IoT aplikacije	Tržišna rješenja
IFTTT (www.ifttt.com)	Web aplikacija za definiranje pravila i kontrolu vanjskih aplikacija i uređaja	IoT platforma	Tržišna rješenja
Nest (http://nest.com/)	Zadaci bežičnog Interneta koji omogućavaju kontrolu termostata	IoT aplikacije	Tržišna rješenja

ONe Collect by Enevo (www.enevo.com)	Sustav prikupljanja otpada pametnim putem	IoT aplikacije	Tržišna rješenja
Netatmo (http://www.netatmo.com/)	Praćenje vremena i kakvoće zraka	IoT aplikacije	Tržišna rješenja
Mashape (https://www.mashape.com)	Mashape je pomogao API tržištu koje se koristi za distribuciju, ostvarenje, upravljanje i konzumiranje API oblaka	IoT tržište	Tržišna rješenja
Envigence Intelligent (http://envigence.si/)	Domena energetske učinkovitosti Regeneracija urbane multisenzorske i komunikacijske mreže kognitivnih uređaja koji ostvaruju javnu rasvjetu infrastrukturu.	IoT aplikacije	Tržišna rješenja

Istraživanje [12] daje sliku trenutnog stanja u razvoju koncepta IoT. Točnije rečeno, pruža čitateljima opis i različite vizije paradigme IoT koja dolazi iz različitih društvenih zajednica, daje pregled tehnologija koje omogućuju IoT koncept i pokazuje što su glavne prednosti širenja ove paradigme u svakodnevnom životu te; nudi analizu glavnih istraživanja na kojima radi znanstvena zajednica. Glavni cilj je dati čitatelju mogućnost razumijevanja onoga što je učinjeno (protokola, algoritama, predloženih rješenja).

2.1. Zastupljenost koncepta IoT

Bitno je istaknuti da je istraživanje [12] tržišta IoT koncepta osmišljeno kako bi brzo i usmjereno sudjelovanje stručnjaka dovelo do povratnih procesa, dok se u isto vrijeme događa i pribavljanje preliminarne spoznaje o razvoju tržišta koji prate poslovni modeli koji su najviše fokusirani na analizu mišljenja dionika različitih okruglih stolova⁴ i na stvaranje svijesti o ciljevima projekta. Točnije, pitanja su

⁴ Okrugli stol je konferencija ili seminar na kojoj sudionici u slobodnoj i otvorenoj raspravi nastoje dati svoj doprinos rješavanju nekog problema.

upućena odabranoj skupini u industriji i tehnologiji koje stručnjaci najprije trebaju proučiti, na temelju njihovog iskustva, najizgledniju IoT aplikaciju u domeni, a zatim ih definirati u smislu:

- Postojećih tržišnih čimbenika i inhibitora [12] te
- Svjesnost o uspjehu i povezani poslovni modeli.

S obzirom na opisan kontekst u predmetnom istraživanju [12], stručnjaci su ljubazno zamoljeni da daju svoje uvide o najperspektivnijim značajkama za sastavljanje projekta, odnosno o donošenju plana za izradu projekta. Svrha je potaknuti stvaranje zajednice stručnjaka koji će raditi i baviti se projektom, kako bi dobili uvide, odnosno zapažanja o projektu i postignućima. Osim stručnjaka odabranih s popisa različitih konzorcija, u koji su uključeni članovi Europskog istraživačkog klastera na IoT koncept (IERC, *European Research Cluster on the Internet of Things*, poveznica: <http://www.internet-of-things-research.eu>) i ostali trebaju promicati istraživanje, pa su takva promicanja obuhvaćena u sklopu različitih IoT međunarodnih događaja:

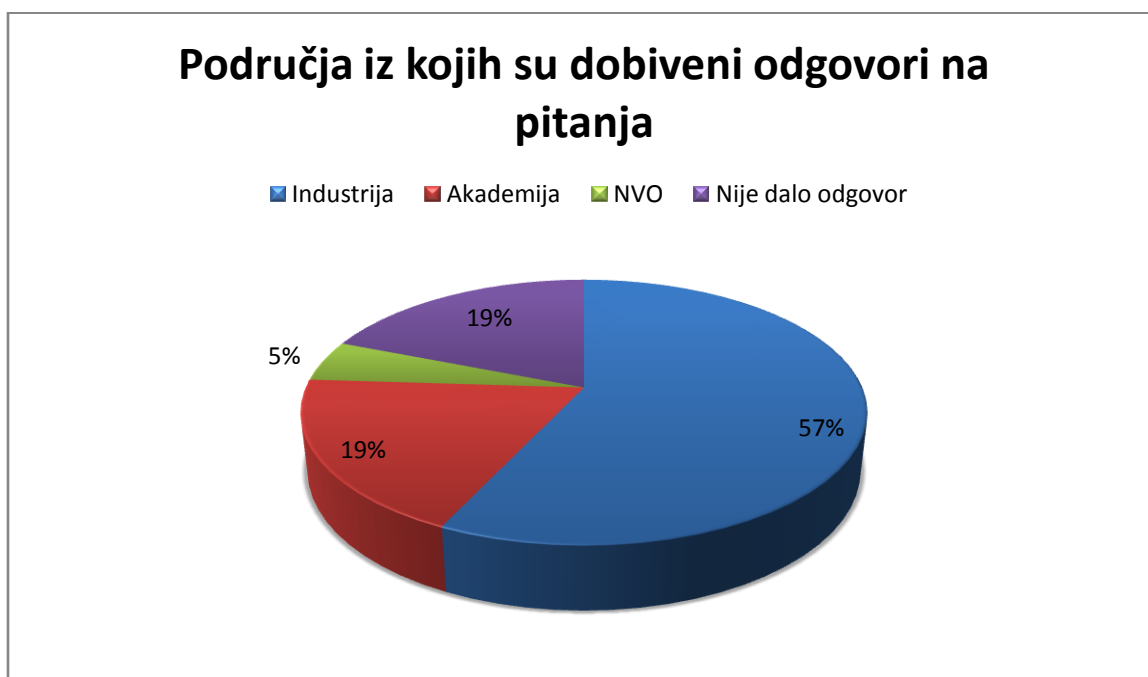
- Prvi talijanski IoT dan (Trento, 9. travnja 2013) [14];
- IoT tjedan 2013. (Helsinki, 17. - 20. lipnja 2013.);
- IoT tjedan 2014. (London, 16. - 20. lipnja 2014.) i
- IoT tjedan 2015. (Lisabon, 16. - 18. lipnja 2015.) [15].

Glavna pitanja istraživanja dostupna su on-line, kao i na početnoj stranici projekta, odnosno web portalu [12]. Na ovom stupnju, pitanja su provedena nad 21 ispitanikom (odgovori su prikupljeni između travnja i lipnja 2013. godine). Istraživanje populacije dalo je sljedeće rezultate:

- 57 % (12/21) iz industrije;
- 19 % (4/21) područje akademskih znanosti;
- 5 % (1/21) iz nevladinih organizacija⁵ i

⁵ NGO - *Nongovernment Organization*- udruženje ili organizacija koja nije pod nadležnošću vlade i čiji osnivač nije država.

- 19 % (4/21) ispitanika je anonimno ispunilo anketu.



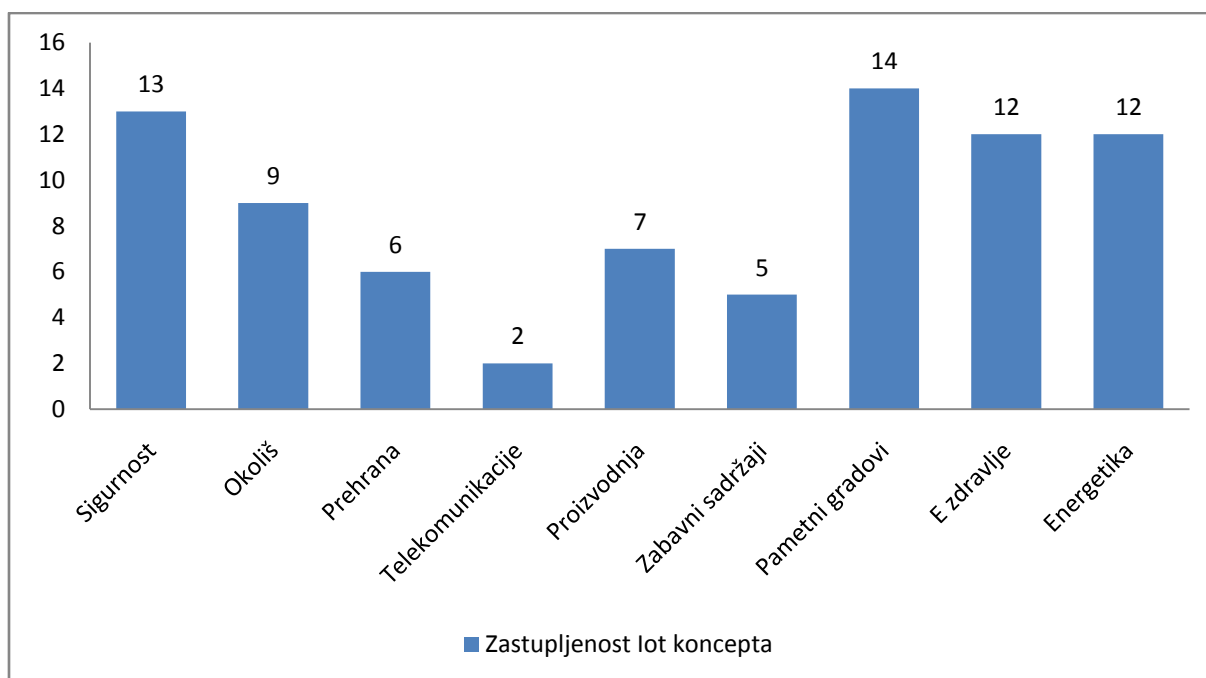
Grafikon 1. Rezultati IERC istraživanja [12]

Među sudionicima koji su dali informacije, više od polovice (53%) igraju ulogu upravljanja unutar svojih organizacija kao što su CEO (engl. *chief executive officer*)⁶ i CTO (engl. *chief technology officer*)⁷ i na taj način održavaju poslovni razvoj. [12]

Grafikon 3. prikazuje područja odnosno sektore koji će imati značajne koristi od primjene IoT tehnologija u bliskoj budućnosti.

⁶ CEO je kratica koja označava glavnog izvršnog voditelja

⁷ CTO je glavni voditelj tehnoloških i tehničkih procesa



Grafikon 2. Zastupljenost po sektorima [12]

Ostali sektori gdje je koncept IoT zastupljen su:

- Vojni;
- Prijevoz (kopno, more, zrak);
- Prostor;
- Trgovina na malo i drugi.

Bitno je istaknuti kako tri najzastupljenija sektora (pametni gradovi, energije i e-zdravlje) imaju IoT rješenja koja pokazuju realne i zdrave poslovne modele u kratkom roku. Prema provedenom istraživanju vidljivo je:

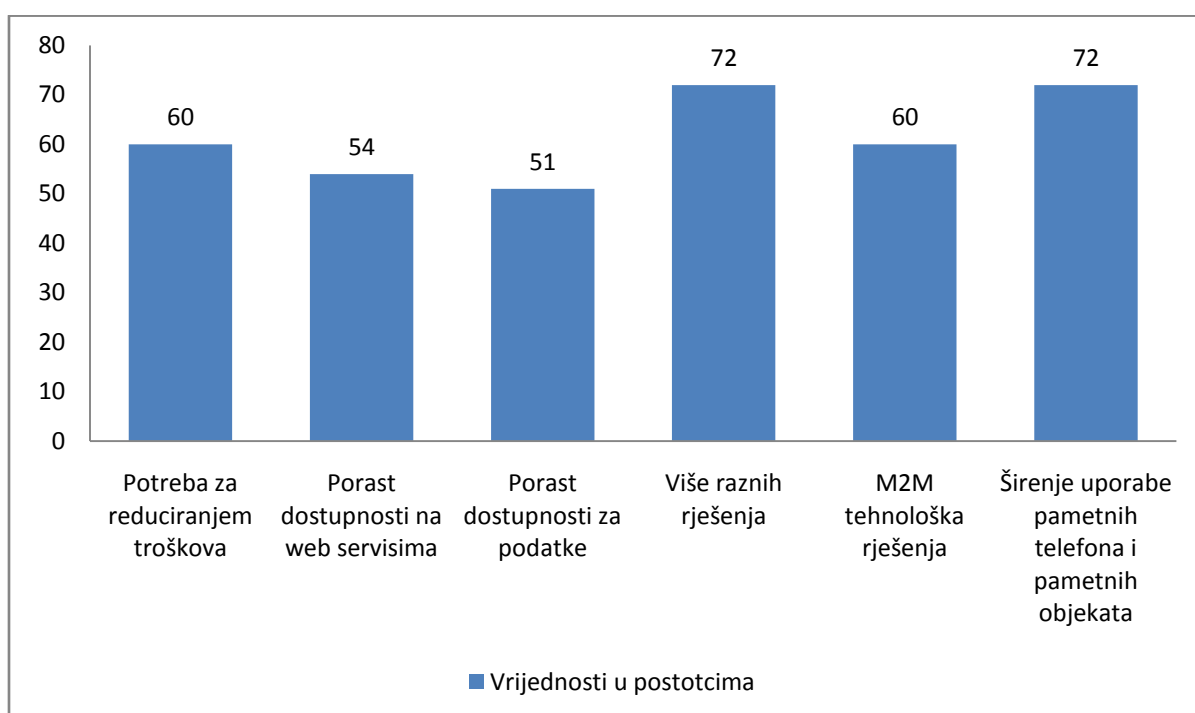
- Gradovi su mjesta gdje je potreban veći broj podataka za pružanje učinkovitije javne/privatne usluge. Mnogi EU/nacionalni projekti su provedeni u posljednjih nekoliko godina kako bi se postigao osjećaj gradskog okruženja, stoga se nudi širok spektar usluga (podržava se politika za potporu građanima u njihovom svakodnevnom životu i prihvaća se nova platforma za optimizaciju različitih urbanih infrastruktura).

- U području energetike pametna mjerenja proizvodnje, distribucije i potrošnje već se koriste u mnogim europskim zemljama. [12]
- Zdravstveni sektor putem usluga e-Zdravlja je sljedeći sektor koji će vjerojatno doživjeti veliki napredak vezan za koncept IoT, jer se pokazalo da će te tehnologije smanjiti zdravstvenu potrošnju, i poboljšati kvalitativno prikupljanje podataka. Nekoliko pilot projekata i aplikacija (uključujući i mobilne aplikacije) u ovom sektoru stoje na raspolaganju, kao što su RFID primjena u bolnicama i tele-zdravlja te rješenja za starije i nemoćne (demografske promjene zahtijevat će nove oblike prilagodbe starijim osobama u kratkom roku).
- Istraživanje pokazuje da svaki sektor ima izvedeno prilično dugoročna rješenja. Na primjer, pokazano je da:
 - zabavni sektor ima potencijal spajanja što više ljudi (npr. preko pametnih uređaja će se povezati s *gaming* aplikacijama). U smislu novca i potrošnje, IoT koncept može zadržati vrlo važnu ulogu u životima ljudi.
 - u sektoru proizvodnje, industrijski igrači će integrirati svoje potrošačke proizvode s fizičkim proizvodima i oslanjati se na softver i internet kao infrastrukturu.
 - izazovi okoliša zahtijevaju rješenja vezana za smanjenje ljudskog utjecaja na planet Zemlju. IoT nam može pomoći s mjerenjima putem senzora i bolje razumijevanje promjena u okolišu, tako da postanemo više svjesni stvarnog stanja, te bolje predvidjeti buduća.
 - u sigurnosnom sektoru, pametni senzori i kamere će nam omogućiti da se smanje troškovi osiguranja.
 - u maloprodajnom sektoru, IoT rješenja su djelomično već u upotrebi: IoT je trenutno najčešći koncept za praćenje opskrbnog lanca i za sprječavanje krivotvorenja. [12]

2.2. Glavne prednosti i nedostaci vezani za razvoj i primjenu IoT rješenja

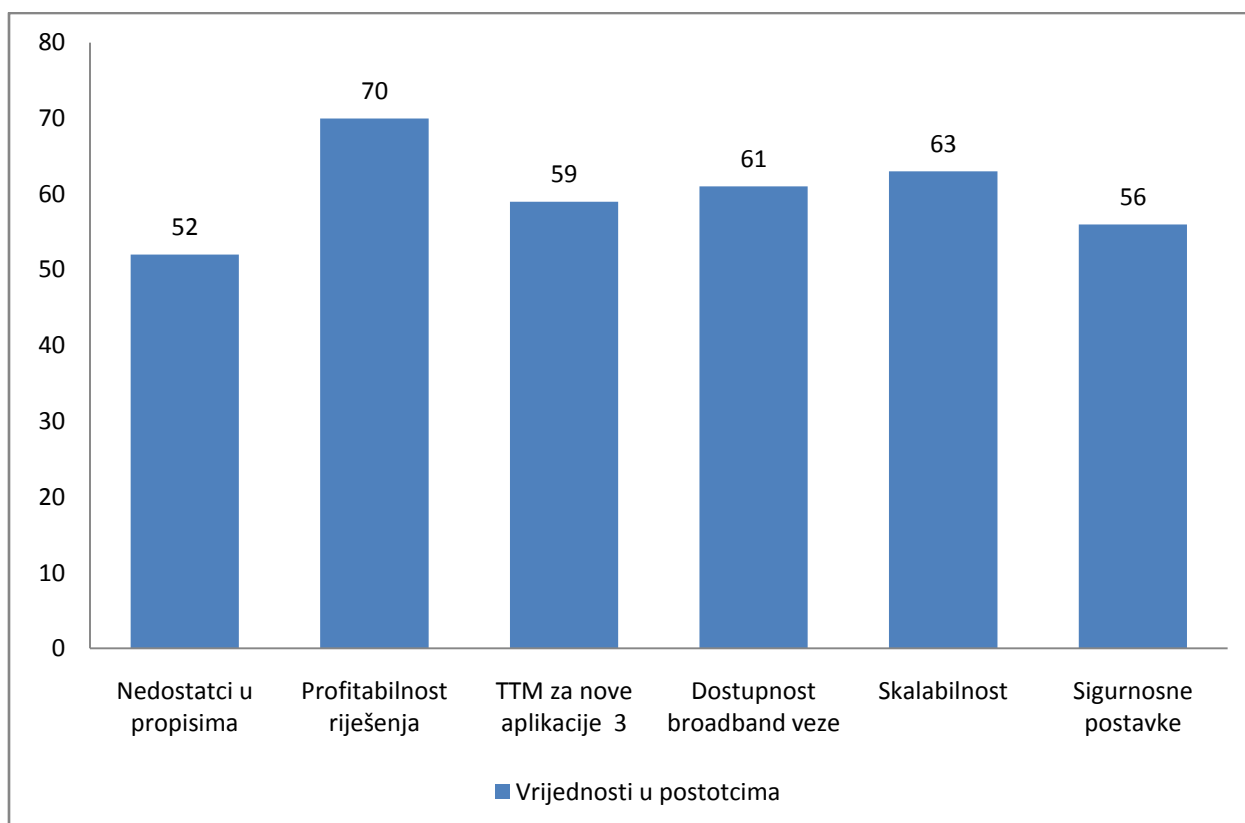
Što se tiče pokretača, ključni aspekti (*smartphone* difuzije i odgovarajuća rješenja) se odnose na rastuću dostupnost internetske povezivosti. Drugim riječima, ideja je da su usluge svugdje i cijelo vrijeme dostupne u čemu će pomoći IoT aplikativna rješenja. [12]

Na grafikonu 4. prikazani su glavni tržišni čimbenici koji utječu na porast broja pokretača (engl. *drivers*). [12]



Grafikon 3. IoT tržišni čimbenici [12]

Na grafikonu 5. prikazani su postojeći tržišni IoT inhibitori.



Grafikon 4. IoT inhibitori na tržištu [12]

Što se tiče inhibitora⁸, ključni aspekti odnose se na visoku heterogenost HW / SW komponente (iz tehničke perspektive) i potrebu dokaza o profitabilnosti rješenja (iz poslovne perspektive). Konkretno, komentari pojedinih stručnjaka na tu temu glase:

- Uloga standarda je temelj da bi se mogle stvoriti otvorene i fleksibilne arhitekture, a time i potaknuti širenje IoT aplikacija.
- Arhitektura / zahtjev za istom mora biti koristan i jednostavan za korištenje od strane ljudi koji trebaju uslugu. Drugim riječima, *user - centric* perspektiva nužna je u razvoju novih IoT rješenja. [12]
- IoT rješenja trebaju biti jeftina, a visina troškova, te skup i složen razvoj softvera za IoT je i dalje prepreka.
- Iz poslovne perspektive, još uvijek postoji nedostatak uvjerljivih uspješnica, dakle ilustrirati opipljive ekonomske dobiti (*"mi još uvijek*

⁸ Inhibitor, ono što usporava, otežava, kočnica [Anić, V., Goldstein, I.: Rječnik stranih riječi, Novi Liber, Zagreb, 2004.]

tražimo od kupaca da kupuju na temelju ideje, a ne na temelju gotovog modela") i nedostatak uvjerljivih poslovnih modela koji će biti omogućeni korištenjem IoT aplikacija. [12]

Intenzitet razvoja prometnog sustava u cjelini, kao i intenzitet razvoja modela zajedničkih vožnji zahtijeva povećanu primjenu informacijsko- komunikacijskih tehnologija i usluga. Za postizanje učinkovitosti u obavljanju zajedničke vožnje osobnim vozilima značajan je prijenos relevantnih i potrebnih informacija u stvarnom vremenu (engl. *real-time*). [12]

Statistički podaci iz 2010. godine govore da je broj svakodnevnih fizičkih objekata i uređaja koji su bili spojeni na Internet iznosio oko 12,5 milijardi, a podaci iz 2014. godine iznose 25 milijardi [13]. Tvrtka Cisco predviđa da će ova brojka do 2020. godine narasti do 50 milijardi povezanih objekata/uređaja/entiteta. Internet stvari koristi sinergiju koja je generirana od strane konvergencije potrošača, te poslovnih i industrijskih Internet potrošača. Konvergencija stvara otvorenu, globalna mreža koja povezuje ljude, podatke i stvari. Zadaća konvergencije je utjecati na *cloud* način povezivanja inteligentnih stvari u smislu prijenosa širokog niza podataka, pomažući stvaranje usluge koje očito ne bi ni bilo bez razine povezanosti i analitičke inteligencije. Korištenje platforme potaknuto je transformacijom tehnologije kao što su *cloud*, odnosno povezivanje objekata i terminalnih uređaja. Internet stvari i usluga omogućuje stvaranje mreže uključujući cijeli proizvodni proces koji pretvara tvornice u pametni okoliš. *Cloud* omogućuje globalnu infrastrukturu u generiranju nove usluge, te dopušta stvaranje sadržaja i aplikacija za globalne korisnike. [13]

IoT povezuje stvari na globalnoj razini i održava svoj identitet na Internetu. Mobilne mreže omogućuju povezivanje s ovom globalnom infrastrukturom bilo kada i bilo gdje. Rezultat toga je globalno dostupna mreža stvari korisnicima i potrošačima, koji su dostupni za stvaranje poduzeća, doprinose sadržaju, generiraju i kupuju nove usluge. Platforme se također oslanjaju na snagu mrežnih učinaka, kao što je dopustiti više stvari, jer oni postaju vrijedniji od drugih stvari i korisnicima koji čine korištenje usluga većim. Uspjeh platforma strategije IoT može se odrediti iz veze, atraktivnosti i znanja / informacija / protoka podataka. [15]

Lisabonska agenda⁹, predlaže pristup odozdo prema gore za određivanje prioriteta postavki određenog cilja za približavanje znanosti i tehnologije istraživanja; zadovoljiti izazove i mogućnosti za istraživanje i upravljanja, te omogućiti integraciju tehnološkog potencijala, kao i priznavanje granica, europskih potreba, gospodarskih mogućnosti i znanstvenih interesa. Omogućavanje tehnologije za Internet stvari može se svrstati u tri kategorije: a) tehnologije koje omogućuju "stvari" za stjecanje kontekstualnih informacija, b) tehnologije koje omogućuju "stvari" na procesu kontekstualne informacije i c) tehnologije za poboljšanje sigurnosti i privatnosti. [15]

Prve dvije kategorije mogu se zajednički shvatiti kao funkcionalni blokovi zgrada "inteligencija" u "stvari", koji su značajke kako razlikovati IoT od uobičajenog Interneta. Treća kategorija nije funkcionalna već je praktički uvjet bez kojeg bi se penetracija IoT-a ozbiljno smanjila. Internet stvari kretanja podrazumijeva da objekti kao što su gradovi, zgrade, vozila, odjeća, prijenosni uređaji i ostali objekti imaju sve više i više informacija međusobno povezanih i imaju sposobnost osjetiti, komunicirati, povezati i proizvesti nove informacije. Mrežne tehnologije moraju se nositi s novim izazovima kao što su vrlo velike brzine prijenosa, gusti broj korisnika, niska latencija, niska energija, smanjenje troškova i masovni broj uređaja, 5G scenarij koji odražava budućnost mora poslužiti kao smjernica za daljnji rad naveden od strane EK¹⁰ koju financira METIS projekt [15].

2.3. Rješenje prometnog zagušenja temeljena na konceptu IoT

Tvrtka *Verizon Enterprise Solutions* 8. rujna 2013. objavila je da će *Verizon Auto Share*, praktičan i siguran način za vozače koji uzimaju automobile u najam, biti dostupan prije kraja 2014., što se i ostvarilo, ali nije u potpunosti zaživjelo. Korištenje *carsharing* aplikacija na svojim *smartphone* ili tablet uređajima, vozači mogu koristiti

⁹ Na sastanku Europskog vijeća, održanome u ožujku 2000. godine u Lisabonu, čelnici vlada i država članica Europske unije postigli su dogovor o zajedničkom strateškom cilju prema kojemu bi EU do 2010. godine trebao postati najkonkurentnije i najdinamičnije gospodarstvo svijeta utemeljeno na znanju, te sposobno za održivi gospodarski rast, s najvećom stopom zaposlenosti i snažnom gospodarskom i socijalnom kohezijom. (Lisabonska strategija ili agenda)

¹⁰ Europska komisija- Europska komisija izvršno je tijelo EU-a i zastupa interese Europske unije kao cjeline, a ne interese pojedinih država.

Scan & Go značajku za pristup vozilu po svom izboru i voziti u roku od nekoliko minuta. *Verizon Auto Share* pruža *rent-a-car* tvrtkama i drugim organizacijama novi i jednostavniji način da svojim klijentima omoguće da idu gdje god požele puno brže nego do sada. Rješenje je bilo predstavljeno na Svjetskom kongresu u Detroitu u Cobo Hall i u tehnološkom izlogu na Belle Isle tijekom konferencije. [16]

Verizon Auto Sharing je osmišljen kako bi tvrtke i organizacije mogle pružiti svojim klijentima poboljšano iskustvo u najmu bilo gdje i bilo kada. Rješenje je zamišljeno da tvrtke u industriji bolje optimiziraju više načina prijevoza, kao što su automobili, SUV i kombi vozila, za svoje zaposlenike, partnere i klijente. [16]

Ova tvrtka posluje i u drugim gradovima Sjeverne Amerike, kao na primjer Atlanta, Boston, Charleston, Chicago, Corvallis, Dallas, Honolulu, Houston, i drugi. Na službenim stranicama tvrtke *Enterprise* postoji mogućnost odabira grada i rute, te izračuna troška putovanja u dolarima.

Kroz partnerstvo s tvrtkom *Enterprise*, studenti sveučilišta *Duke* i njegovi zaposlenici su dobili priliku da prilagode tehnologiju električnog vozila s prisutnošću 16 štedljivih Chevrolet vozila koje posjeduje tvrtka *Enterprise*, uključujući četiri Chevy Volt vozila na njihovu kampusu. Ured sveučilišta je izračunao uštede pomoću pojedinih sudionika koji su koristili program *carsharing*. U odnosu na cijenu koju su sudionici inače plaćali, ušteda se procjenjuje na 370 dolara mjesečno, uključujući gorivo, parking i osiguranje. Sudionici su koristili sustav čak 50 sati, što je više nego što većina sudionika inače koristi kroz razdoblje od mjesec dana. [16]

2.4. Rješenje zagušenja u gradu Parizu temeljem koncepta IoT

Primjenom koncepta IoT odnosno korištenja Interneta i brojnih aplikacija moguće je ostvariti povezivanje između različitih prometnih entiteta (vozila). Različite mobilne aplikacije (primjerice *Avego*, *Zimride*, *Sidecar*, *Flinn* i druge) mogu se rabiti za ostvarivanje funkcionalnosti preglednika temeljenog na lokaliziranju korisnika, čime se omogućava određivanje trenutne polazišne lokacije korisnika, određivanje puta kretanja (itinerera) i odredišta putovanja. Mobilne aplikacije mogu pokazati smjer kretanja i trenutnu lokaciju drugih korisnika zajedničke vožnje koja se ostvaruje u stvarnom vremenu. U slučaju nepredviđenih okolnosti, kao što su prometne gužve ili prometne nesreće, korisnik se može prilagoditi novonastaloj situaciji i, primjerice, promijeniti rutu kretanja, odgoditi putovanje ili odustati od putovanja u potpunosti. Primjenom mobilnih aplikacija omogućava se preglednost sadržaja te sposobnost lokalizacije korisnika, čime se može ostvariti pretraživanje putovanja i grupiranje korisnika prema različitim značajkama. Koncept IoT predstavlja nove razvojne mogućnosti sustava *carsharing* temeljene na informacijsko - komunikacijskim tehnologijama. [17]

Autolib' predstavlja jednu od organizacija koja se bavi dijeljenjem električnih vozila/automobila te primjenjuje koncept IoT-a na području grada Pariza i 63 okolne općine u cilju ublažavanja prometnih zagušenja, smanjenje buke i zagađenja zraka te nastoji pružiti građanima dodatne mogućnosti za ostvarivanje prijevoza. [20] U svakom većem gradu, vršni sat vožnje može biti doista frustrirajući. U Parizu je jedna stvar u prednosti, a to je da se automobili navode na mjesta gdje je manje zagušenje. Umjesto da promatraju kako grad raste i povećava se promet, gradski dužnosnici odlučili su poduzeti mjere za ublažavanje zagušenja, buke i zagađenja. Oni pokušavaju na temelju koncepta IoT stvoriti inteligentni *carsharing* servis koji je prilagođen gradu Parizu te će promijeniti stanje na cestovnim prometnicama. [17]

U 63 okolne općine grada Pariza, organizacija *Autolib'* je omogućila povezivanje automobila i uređaja međusobno, preko *cloud* tehnologije i podatkovnih centara. Kao rezultat nastala je flota povezanih, električnih automobila i niz fleksibilnih usluga koje koriste postojeću infrastrukturu i Microsoftove tehnologije, kako u automobilima tako i na kioscima. Stvaranjem inteligentnih sustava koje povezuje stotine ručnih uređaja, više od 4 300 punjenja stanice, 850 za registraciju

kioska i 2 300 automobila, *Autolib'* koristi TCP protokol podataka, te dobiva na uvid što zapravo omogućuje bolje predviđanje ponašanja kupaca, optimizira korištenje automobila i stvara sretnije vozača. [17]

Programeri organizacije *Autolib'* - *Bolloré* Grupa i IER (engl. *Institute for Energy Research*) - znali su da će jednostavnost biti ključ za uspjeh programa, pa su tako i postupili; prijava u *carsharing* sustav traje samo nekoliko minuta. Vozač skenira kreditnu karticu i vozačku dozvolu, smješta najbliži dostupni automobil, a signali njihove *Autolib'* članske iskaznice utječu na vrata automobila kako bi ga otključali i oslobodili priključak koji spaja automobil do stanice za punjenje. [17]

Spajanjem svih tih uređaja i iskorištavanje dobivenih podataka, *Autolib'* preko koncepta IoT stvara kupce te obogaćuje njihovo iskustvo vezano za putovanja. U automobilu, unaprijed zadanim temperaturama i radio stanicama aktiviraju se i zasloni osjetljivi na dodir za pristup GPS navigaciji i službi za korisnike za sve potrebne informacije, od pronalaženja parkirnog mjesta do poziva za pomoć na cesti. [17]

Više od 400 zaposlenika kreću se ulicama s ručnim uređajem s platformom *Windows Embedded*. Tok podataka na *Autolib* uređajima je centralizirani sustav upravljanja koji uključuje *Windows Server* i *SQL Server* s vlasničkim softverom, te pruža bolju uslugu korisnicima. Zaposlenici pregledavaju automobile i prijavljuju probleme, pomažu članovima koji su sudjelovali u nesrećama, te prate automobile na njihova mjesta, brinu o razini punjenja, te u stvarnom vremenu daju korisniku relevantne informacije. Članovi mogu unajmiti automobil za jednosmjerna putovanja, uzimajući ga na jednoj stanici za punjenje i ostavljajući ga na drugoj, a pri povratku mogu koristiti dijeljenu vožnju ili se vratiti taksijem. U četvrtima gdje je teško dobiti taksi tokom noći, vozač može pronaći *Autolib'* najamni kiosk i automobil na stanici unutar 200 metara od bilo kojeg mjesta - često s automobilom koji je spreman na vožnju, dajući im ono što žele prije nego što oni znaju da im je to potrebno.

U gradu gdje parkiranje može biti veliki izazov zbog velikog broja stanovnika i automobila, *Autolib'* vozači imaju besplatan i jednostavan pristup parkirnom mjestu, zahvaljujući tisućama posebno određenim parkiralištima u i oko Pariza. U gradovima New York i Detroit djeluje tvrtka *Verizon Corporate* koja razvija sustav *carsharing* temeljen na konceptu IoT, za koji se utvrdilo da predstavlja praktičan i siguran način za korisnike. [18]

Vozila koja imaju mogućnost povezivanja na Internet postaju bogatstvo u tehnološkom smislu i donose nove funkcionalnosti za pojedince i široki spektar korisnika. U tom kontekstu koncept IoT-a povezan s pojmom *carsharing* predstavlja buduće trendove za pametan prijevoz i mobilnost u smislu tehnologije prometa i transporta. U isto vrijeme stvaraju se novi mobilni ekosustavi na temelju kojih nastaje povjerenje, sigurnost i niz pogodnosti za mobilne, odnosno bežične usluge. [19]

3. TEHNOLOGIJE U FUNKCIJI KONCEPTA INTERNET OF THINGS

Svjetski trendovi primjene različitih modela zajedničkih vožnji osobnim vozilima usmjereni su k potrebi korištenja inovativnih sustava i rješenja (iz domene ITS-a , INTS-a i dr.) kako bi se povećala upotreba alternativnih i održivih načina putovanja. Intenzitet razvoja prometnog sustava u cjelini, kao i intenzitet razvoja modela zajedničkih vožnji zahtijeva povećanu primjenu informacijsko-komunikacijskih tehnologija i usluga. [20] Jedan od suvremenih integrativnih pristupa iz informacijsko-komunikacijske domene je primjena koncepta računarstva u oblaku (engl. *Cloud computing*) koji osigurava fleksibilnost u pogledu lokacije pristupa računalnim resursima. [21]

Od objavljivanja 2011. godine SRA, (engl. *Solicitors Regulation Authority*, kratica SRA)¹¹, *cloud computing* je uspostavljen kao jedan od glavnih građevnih blokova budućnosti Interneta. Nova tehnologija omogućuje postupno poticanje virtualizacije na različitim razinama i omogućuje različite paradigme poznate kao „Aplikacije kao usluga“, „Platforme kao usluga“ i „infrastrukture i mreža kao usluge“. Takvi trendovi uvelike pomažu smanjiti trošak vlasništva i upravljanja povezanih resursa, spuštaju prag za ulazak na tržište za nove tvrtke i omogućuju osiguravanje novih usluga. Sa stajališta virtualizacije slijedeći korak koji slijedi prateći taj trend je konvergencija *cloud* usluga, računarstvo i IoT koji će omogućiti neviđene mogućnosti u IoT uslugama budućnosti. [15]

Kao dio ovakve konvergencije, IoT aplikacije (kao što su usluge bazirane na sensorima) će biti isporučene na zahtjev kroz *cloud* okruženje. Ovo nadilazi potrebu za virtualizacijom senzora i pohranjuje podatke na skalabilan način. To je upit za virtualizaciju objekata spojenih na Internet i njihovu sposobnost da postanu orijentirani na zahtjev usluga (kao što su *Sensing-as-a-Service*).

Neadekvatna sigurnost će biti kritična prepreka implementacije velikih razmjera od IoT sustava kao i za usvajanje IoT aplikacija od strane kupaca. Jednostavno proširenje postojeće IT sigurnosti i arhitekture u IoT neće biti dovoljno.

¹¹ Regulatorna agencija za Škotsku i Wales

Povezani uređaji i druge stvari u budućnosti imati će ograničene resurse koje nije moguće jednostavno i ekonomično nadograditi. Proces zaštite tih stvari vrlo je dugotrajan, što povećava važnost sigurnosnih službi baziranih na *cloud* tehnologiji s resursima učinkovitosti. S rastom IoT-a, čovječanstvo se kreće prema *cyber* fizičkoj paradigmi, gdje je usko integrirano računarstvo i komunikacije s povezanim stvarima, uključujući i sposobnost kontrole. U takvim sustavima, velike sigurnosne prijetnje i sigurnosni propust dolaze iz interakcije između *cyber* i fizičke domene. Holistički pristup je integrirati analizu sigurnosne ranjivosti sustava i zaštite u oba područja. Za razliku od današnjih mreža, u kojima je dio koji je potrebno zaštititi obično unutar *firewall*-a i kontrole pristupa, mnoge stvari u IoT konceptu će raditi nezaštićeno ili s vrlo velikom ranjivosti u svom okruženju (odnosno vozila, senzori i medicinski uređaji koji se koriste u domovima ili su ugrađeni u pacijente). [15]

Mnoge IoT aplikacije zahtijevaju mobilnu i geodistribucijsku podršku radi pronalaska lokacije i niske latencije, a podatke treba obraditi u "realnom vremenu" u mikro *cloud* ili *fog* sustavu. Mikro oblak ili *fog computing* omogućuje novim aplikacijama i uslugama drugačije podatke vezane za upravljanje i analitiku te proširuje *cloud computing* paradigmu u rub mreže. Slično *Cloudu*, *Micro Cloud* / *Magla* daje podatke, izračune i skladištenje aplikacijskih usluga krajnjim korisnicima. *Micro Cloud* ima sljedeće značajke kako bi se učinkovito provodile potrebe za IoT aplikacije:

- Niska latencija i točnost mjesta;
- Širokobuhvat geografske distribucije;
- Mobilnost;
- Vrlo veliki broj čvorova;
- Dominantnu ulogu u bežičnom pristupu;
- Snažna prisutnost *streaminga* u stvarnom vremenu te
- Heterogenost. [15]

Štoviše, opseg posluživanja objekata koji se spajaju na Internet izvan "osjetnog sustava", nije teško zamisliti virtualne objekte koji će biti integrirani u tkivo budućih IoT usluga te zajednički raditi u različitim kontekstima, projektiranju "objekta kao usluge" kao i u drugim virtualnim resursima gdje je bitno smanjenje troškova

vlasništva i održavanje objekata te poticanje stvaranja inovativnog koncepta IoT usluge.

Relevantne teme za istraživanje prema tome uključuju:

- opis zahtjeva za usluge u *cloudu* / IoT infrastrukturi,
- virtualizacija objekata,
- alati i tehnike za optimizaciju *cloud* infrastrukture podliježu komunalnim i SLA kriterijima,
- pregled komunalnih mjerenja i (pojačanje) tehnike učenja kako bi se mogla koristiti za mjerenje na zahtjev IoT usluge u *cloud* okruženju,
- tehnike za real-time interakciju objekata spojenih na Internet u *cloud* okruženju kroz provedbu laganih interakcija i prilagodba realnom vremenu i operativnim sustavima.
- kontrola pristupa modelu kako bi se osigurao pravilan pristup podacima pohranjenim u *cloudu*. [15]

3.1. Semantičke tehnologije

Prethodna IERC istraživanja identificirala su važnost semantičkih tehnologija prema otkrivanju uređaja, kao i prema postizanju semantičke interoperabilnosti. Buduća istraživanja IoT koncepta vjerojatno da će prihvatiti koncept *Linked open data*¹². To se može nadograditi na ranije integracije ontologije (npr, senzorske ontologije) u IoT infrastrukturu i aplikacije. Semantičke tehnologije također će imati ključnu ulogu u omogućavanju razmjene i ponovnog korištenja virtualnih objekata kao usluga kroz *cloud*, kao što je do sada prikazano. Semantičko obogaćivanje virtualnih opisa objekata označit će semantička obilježja za IoT označavanje web stranice je omogućen u semantičkome *Web-u*. Pridružena semantičko bazirana zaključivanja pomoći će IoT korisnicima da lakše samostalno pronađu virtualne objekte za poboljšanje učinka ili djelotvornosti IoT prijava u sustave koje namjeravaju koristiti. [15]

¹² Koncept povezanih podataka (engl. *linked data*) kao semantičke nadogradnje postojeće mreže.

3.1.1. Mreža

Sadašnje komunikacijske tehnologije u svijetu vezane za žične i bežične mreže te podršku globalnoj komunikaciji prihvaćaju komunikacijske standarde. *Internet of Things* strateška istraživanja i inovacije dolaze na dnevni red SRIA (engl. *Strategic Research and Innovation Agenda*) s namjerom da se postave temelji za Internet stvari koji je razvio istraživanja do kraja ovog desetljeća, ali i za naknadne inovacije koje će se tek realizirati čak i nakon perioda istraživanja. Širina vremenskog okvira kao i broj priključenih uređaja, njihove značajke i njihova distribucija podrazumijeva komunikacijske zahtjeve koje će se razvijati. Sve će se značajno promijeniti. Internet stvari će pridonijeti i snažnom razvoju vožnje. Prve promjene biti će najprije vidljive u danim komunikacijskim standardima i mreži i nakon toga u komunikacijskim i mrežnim strukturama definiranih ovim standardima. [15]

3.1.2. Mrežne tehnologije

Mobilni promet danas pokreće predvidljive aktivnosti kao što su upućivanje poziva, primanje e-pošte, surfanje webom i gledanje videa. Tijekom narednih pet do deset godina, milijarde IoT uređaja s manje predvidljivim obrascima prometa će pridružiti mreži, uključujući vozila, M2M (engl. *Machine - to - Machine*) modul, te video nadzor koji zahtijeva propusnost cijelo vrijeme.

Razvoj *clouda* u računarstvu zahtijeva nove mrežne strategije za petu generaciju, odnosno 5G mrežu, što predstavlja jasnu konvergenciju pristupnih mrežnih tehnologija. Arhitektura takve mreže mora integrirana po potrebe za IoT aplikacija i ponuditi maksimalnu integraciju. Da bi IoT i M2M komunikacija bili kompatibilni, postoji potreba za većim brzinama i velikim kapacitetom mreže.

5G mreža će zauzimati 1.000 do 5.000 puta više kapaciteta nego 3G i 4G mreže danas i bit će sastavljena od stanica koje podržavaju vršne cijene između 10 i 100Gbps. Oni moraju biti ultra - niske latencije, što znači da će prijenos potrajati u intervalu od 1 do 10 milisekundi kako bi stigli od jedne točke do druge, u odnosu na 40-60 milisekundi danas.

Drugi je cilj odvojiti komunikacijsku infrastrukturu i dopustiti mobilnim korisnicima da bez problema prelaze iz 5G u 4G i WiFi, koji će biti u potpunosti integrirani. Mreže će biti moguće prilagoditi programiranjem, te će operateri na njoj moću napraviti potrebne promjene bez dodirivanja fizičkih točaka infrastrukture. Ove značajke su važne za IoT aplikacije kao i za sam koncept.

Razvoj i sveprisutne komunikacijske tehnologije imaju potencijal za rast do neslučenih razina u bliskoj budućnosti, uključujući svijet u razvoju koncepta IoT. [15]

3.1.3. Složenosti mreže budućnosti

Ključna istraživanja na ovu temu će podrazumijevati složenost budućih mreža i očekuje se njihov rast zbog povećanja primjene rješenja temeljenih na konceptu IoT. Rezultati istraživanja ove teme će dati smjernice i rokove za definiranje uvjeta za mrežne funkcije za upravljanje mrežom, za rast mreže i mrežne sastave te varijabilnosti. Bežične mreže ne mogu rasti i razvijati se bez nuspojava kao što su određene smetnje. Bežične mreže su jako osjetljive na interferenciju radiovalova do koje može doći ako dvije različite bežične mreže prenose različite podatke na istoj frekvenciji. U tom slučaju se pojavljuju smetnje i signal postaje toliko izobličen da obje bežične mreže ne mogu više prenositi podatke. Kako bi se izbjegla interferencija, potrebno je različitim bežičnim mrežama dodijeliti različite frekvencije. [15]

3.1.4. Rast bežičnih mreža

Bežične mreže će posebno rasti u velikoj mjeri dodavanjem ogromne količine Internet objekata s minimalnim hardverom, softverom i inteligencijom, ograničavajući njihovu otpornost na sve nepravilnosti u svim svojim funkcijama. Na temelju istraživanja rastuće kompleksnosti mreže, zbog Internet stvari, modeli predviđanja prometa i opterećenja će morati voditi daljnja istraživanja razvoja predviđenih složenosti na stvarnim mrežama.

Broj mreža integriranih u odjeći i ostalim osobnim područjima raste, a sve se temelji na IoT objektima, iako koncept još nije u potpunosti prevladao nad telefonijom i mobilnim mrežama. [15]

3.1.5. Mobilne mreže

Aplikacije koje se koriste mrežnim resursima mogu se razviti u samostalan svijet malih, mobilnih mreža koje su vezane njihovim nositeljima vezana na njihovim nositeljima te su spojene na Internet pomoću zajedničke točke. Mobilni terminalni uređaji će omogućavati tu funkciju. Analizirajući svijet industrijskih procesa morat će se pronaći odgovarajući broj strojeva i svega što podrazumijeva ili se koristi unutar ovog područja, kako bi se mogla razviti evolucija koraka razvoja koncepta IoT u industrijskim okruženjima. [15]

3.1.6. Skalabilnost IPv6 i IoT-a

Sadašnji prijelaz globalnog interneta na Internet protokol verzija 6, IPv6 pruža gotovo neograničen broj javnih IP adresa koje su u mogućnosti omogućiti dvosmjerni i simetrični (M2M) pristup milijardama pametnih stvari. To će utrti put novim modelima IoT povezanosti integracije. Naime, iz toga proizlaze brojna pitanja:

- Kako Internet infrastrukturu postaviti da bude vrlo heterogena s konceptom IoT i kako postići jednostavnu IoT globalnost?
- Kako uskladiti interoperabilnost s postojećim sustavima?
- Što će biti s utjecajem tranzicije u IPv6 na IoT integraciju, koja ima velike razmjere implementacije i interoperabilnosti?
- Hoće li postojati potreba za zahtjevima za razvijanje IPv6 koji se temelji na europskoj istraživačkoj infrastrukturi za IoT?

Na ova i druga pitanja od važnosti za razvoj koncepta IoT trebat će odgovoriti znanstveno-istraživačka zajednica putem svojih usmjerenih istraživanja. [15]

3.1.7. Razotkrivanje potencijala komunikacijskih tehnologija

Istraživanje čiji je cilj razviti komunikacijske tehnologije koje treba primijeniti u narednom desetljeću morati će se razvijati sve do potencijalne komunikacijske svrhe.

Profili IoT uređaja imaju širok raspon primjene, od male razine komunikacije na kontinuirani protok podataka, standardne usluge, iz otvorene komunikacije i u potpunosti osigurane komunikacije, u rasponu aplikacija od lokalne do globalne, te na temelju jednog uređaja na globalno distribuirane seta uređaja.

U tom kontekstu rast na tržištu mobilnih uređaja dovodi do raspoređivanja IoT aplikacija gdje su ti mobilni uređaji (pametni telefoni, tablete, itd.) predstavljeni kao *gateway* za bežične senzore i aktuatori. Na temelju ovog istraživanja o očekivanim uskim grlima u komunikaciji mreža i usluga morat će se kvantificirati pomoću prikladne teorijske metode i simulacijskog pristupa. Komunikacijske tehnologije za budućnost interneta i koncepta IoT će se morati izbjegavati ne samo zbog daljnjeg statusa razvoja, nego i za cijelu stazu u potpunosti razvijenih mreža i uređaja koja i dalje svakodnevno raste. [15]

3.2. Korištene tehnologije

U daljnjem tekstu navedene su i ukratko opisane dvije najzastupljenije tehnologije koje se danas koriste u službi koncepta IoT.

3.2.1. RFID

RFID (engl. *Radio - frequency identification*) sustav sastoji se od jednog ili više čitača i nekoliko RFID oznaka. Oznake su karakteristične specifične adrese i primjenjuju se na objekte. Oznake koriste radio frekvencijska elektromagnetska polja za prijenos podataka prema objektu. Oznake sadrže elektronički pohranjene Informacije koje se mogu čitati RFID čitačem kad je objekt u blizini. RFID omogućuje praćenje objekata u stvarnom vremenu. S fizičkog gledišta RFID oznake ili naljepnice su mali mikročipovi u kombinaciji s antenama u kompaktnom pakiranju. Antena

skuplja signale iz RFID čitača i zatim vraća signal, obično s nekim dodatnim informacijama. Hitachi¹³ je razvila oznaku dimenzija 0,4 * 0,4 * 0,15 mm [20].

RFID tagovi konfigurirani su u tri grupe, prva je pasivni čitač aktivnih oznaka (Prat), u kojoj je čitač pasivan i prima signal iz baterije aktivne oznake. Raspon prijenosa RFID oznake i čitača je 1-2000 stopa, ovisno o arhitekturi. Druga je aktivni čitač pasivnih oznaka (Arpt), koji se najviše koristi. Ta oznaka ne mora imati napajanje, ali je dužan poslati podatke iz upita signala RFID čitaču. Posljednji je aktivni čitač aktivnih oznaka (Arat). U ovom slučaju oba čitača i oznake su aktivni, ali oznake aktivne samo kada čitač dođe u blizinu oznake ili obrnuto. [20]

Istraživanje o konceptu IoT u različitim frekvencijama provedeno je u rasponu niskih frekvencija LF (engl. *Low Frequency*) na 124-135 kHz do ultravisokih frekvencija UHF (*Ultra High Frequency*) na 860-960 MHz. [22]

Elektronička oznaka proizvoda EPC (engl. *Evolved Packet Core*) je jedan zajednički skup podataka pohranjenih u svakoj od oznaka. EPC oznake su kodirane na RFID tagovima zbog kojih objekti mogu biti praćeni i jedinstveno identificirani. Oznaka sadrži 96-bitni niz podataka. Prvih osam bitova su zaglavlja koja identificiraju verziju protokola, a sjedećih 28 bita identificira organizaciju koja upravlja podacima za tu oznaku.

Organizacijski broj dodjeljuje EPC global konzorcij [25]. Sljedećih 24 bita su objekt klase, identificiraju vrstu proizvoda; posljednjih 36 bita su jedinstveni serijski broj za određenu oznaku. Ova posljednja dva polja su postavljena od strane organizacije koja distribuira oznake [22]. Umjesto URL-a, cijeli elektronički kodni broj proizvoda može koristiti kao ključ u globalnoj bazi podataka kako bi se identificirali isključivo određeni proizvodi. [22]

¹³Japanska informatička tvrtka koja se bavi tehnološkim inovacijama, osnovana 01.02.1920.



Slika 1. Princip rada RFID tehnologije [22]

RFID tagovi se koriste u mnogim aplikacijama kao što su praćenje životnog ciklusa proizvoda, upravljanje inventarom u skladištu, praćenje robe, praćenje životinja, prtljage u zračnoj luci, praćenje logistike, mobilnog plaćanja, itd. RFID tehnologija može se kombinirati s drugim tehnologijama koje se temelje na očitavanju podataka i time se mogu otvoriti novi horizonti i podloge za nove aplikacije. [22]

3.2.2. NFC

NFC (engl. *Near field communication*) je vrlo slična tehnologija RFID tehnologiji i može se promatrati kao integracija RFID čitača u mobilni uređaj, što čini NFC orijentiranu tehnologiju na mobitel koji postaje najpopularnija osobna stvar [23]. NFC može se smatrati kao tip radio komunikacije između NFC-a upotrebom mobilnog uređaja dodiranjem ili prilikom kratke udaljenosti drugog uređaja. S tehničkog aspekta, NFC djeluje unutar nelicenciranog radio frekvencijskog pojasa od 13,56 MHz [23] Tipičan radni raspon NFC uređaja je 20 cm. Radni raspon izravno ovisi o veličini antene u uređaju.

NFC je kratkog dometa, male snage bežične veze koja je evoluirala od RFID tehnologije i može prenositi male količine podataka između dva uređaja u neposrednoj blizini. Za razliku od Bluetooth tehnologije, nije potrebno ručno povezivanje korisnika prije stvarnog prijenosa podataka [23]. NFC omogućuje komunikaciju između pametnih objekata, jer to ne može biti učinjeno s udaljenog mjesta, tako da svi uređaji koji sudjeluju u komunikaciji putem NFC tehnologije moraju biti u blizini jedan drugoga, poput plaćanja karticom. Princip rada NFC tehnologije prikazan je na slici 2.



Slika 2. Princip rada NFC tehnologije

NFC tehnologija će značajno pridonijeti budućem razvoju koncepta IoT, što će pružiti potreban alat za bežično spajanje na bilo koji od pametnih objekata. Mobitel koji podržava tehnologiju NFC također ima potencijal transformirati mobilne slušalice u različite vrste pametnih objekata kao što su situacije kada je potrebno platiti račune, a mobitel može koristiti kao kreditna kartica. [23]

4. INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKA INFRASTRUKTURA ZA POTREBE INTERNET OF THINGS

Pojam *Internet of Things* pojavio se još 1998. godine [23], ali je do šire primjene tog pojma došlo nekoliko godina kasnije. Formalno uvođenje pojma IoT-a je zabilježeno u 2005. godini u izvještaju ITU *Internet report*¹⁴ od strane organizacije *International Telecommunication Union* (ITU). U stručnoj literaturi ključna riječ i akronim IoT se pojavljuje 2003., ali tek od 2006. godine počinje se objavljivati sve veći broj radova iz područja IoT-a.

U 2013. godini *Microsoft Academic Research* indeksira preko 1000 radova u kojima se spominje riječ IoT kao ključna riječ. IoT se može promatrati kao nastavak evolucije Interneta. Ako se promatra uvođenje protokola IP za komunikaciju računala kao početak tog procesa, idući korak evolucije bio je uvođenje *World Wide Web-a* (WWW) koji je omogućio umrežavanje dokumenata, čime se inicirao veliki rast globalne mreže, odnosno Interneta i povećanje njegove popularnosti. Pristup WWW-u je bio uglavnom statičan, ali razvojem tehnologije novih mreža, evolucija Interneta se nastavila u uvođenju mobilnog pristupa Internetu. Mobilni pristup globalnoj mreži rezultira značajnim porastom broja korisnika koji se spajaju na Internet, a daljnji poticaj u tom smjeru s porastom broja korisnika donose i nove platforme poput društvenih mreža. Društvene mreže kao osnovni preduvjet traže pristup Internetu, čime se događa daljnje povećanje broja korisnika, koji ukazuju na novi fenomen unutar takve globalne mreže - međusobnu povezanost i interakciju korisnika. Nastavak evolucije koji se događa danas je stvaranje IoT-a koji uz postojeće čvorove obuhvaća senzore i objekte koje ljudi koriste u svakodnevnom životu, kao npr. kuće, automobili, kućanski aparati ili razni osobni senzori. Umrežavanje objekata stvara okruženje za izgradnju novih platformi koje će ljudima pružati nove, napredne usluge koje do tada nisu bile moguće. Pošto ovaj korak evolucije nije završen, trenutno ne postoji jedinstvena definicija IoT-a, ali definicija predstavljena u nekoj od literatura [23] definira IoT na apstraktnoj razini kao: "Internet objekata omogućava ljudima i objektima da budu uključeni u globalnu mrežu bilo gdje, bilo kada, definirajući međusobnu povezivost krajnjih čvorova koristeći

¹⁴ ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things," International Telecommunication Union, 2005

proizvoljnu uslugu i sredstvo povezivanja". Znanstveni rad [26] daje definiciju i na nižoj razini: "Objekti posjeduju identitet i virtualne karakteristike za vrijeme rada u inteligentnom okruženju. Pametna sučelja se koriste za prospajanje i komunikaciju ovisno o društvenoj povezivosti, okolini i korisničkom kontekstu."

Arhitektura Internet objekata se temelji na slojevitom modelu, pri čemu niži slojevi služe kao gradivni blokovi usluga višeg sloja. Najniži sloj su objekti (npr. senzori i osjetila) koja su raspoređena u okolišu, a koriste se isključivo kao izvor podataka. Senzorski čvorovi zbog ograničenih resursa (procesorska snaga i dostupna energija) uobičajeno ne obavljaju obradu podataka. Prihvatni čvorovi (engl. *sink node*) služe kao posrednik u dostavi podataka od senzorskih čvorova prema višim slojevima, odnosno prema računalima koja obrađuju podatke. Na ovoj je razini moguća ograničena obrada podataka i/ili upravljanje senzorskim čvorovima. Mobilni čvorovi imaju mogućnost ograničene obrade podataka i filtriranja podataka radi uštede resursa. Uz navedeno, mobilni čvorovi su bogati izvor podataka o korisnicima, njihovim navikama i okruženju. Četvrti sloj obuhvaća stacionarna računala koja omogućavaju složeniju obradu podataka te služe kao posrednik prema oblaku u kojem se podaci pohranjuju i obrađuju te izvršava obrada korisničkih upita. Podaci se obrađuju u oblaku s obzirom na to da je riječ o potencijalno velikoj količini podataka koja pristiže velikom brzinom, oblak treba pružiti podršku za rješenje koje je prilagodljivo trenutnim uvjetima rada, otporno na kvarove i troši optimalnu količinu resursa.

Slojeve možemo povezati pomoću dvije komponente koje čine dvije gradivne razine IoT-a: posrednička razina i razina izvora podataka. Razina izvora podataka obuhvaća senzorske mreže. Senzorske mreže [27] su se počele razvijati puno prije nego što je uopće osmišljen IoT koncept, a pritom su pokrivale manje zemljopisno područje koje pruža kompletnu uslugu korisnicima. Senzorske mreže u arhitekturi obuhvaćaju same senzore i druge osjetilne elemente, prihvatni čvor koji služi za prosljeđivanje podataka od senzora zainteresiranim korisnicima ili uslugama koje ih zahtijevaju, odnosno razvojem mobilne mreže i mobilnog pristupa Internetu, njihovu ulogu preuzimaju mobilni uređaji koji imaju izravan pristup Internetu. U tom slučaju mobilni uređaji mogu vršiti i jednostavnija filtriranja podataka iz senzora radi uštede resursa, odnosno upravljati sensorima u svrhu istog cilja [28].

Senzorske mreže razvijaju se za unaprijed definiranu primjenu, u početku su se razvijale za nadgledanje okoline, a kasniji razvoj je omogućio i njihovo djelovanje ovisno o promotrenom fenomenu bez izravne ljudske intervencije. Senzorske mreže mogu biti samostalni sustavi pri čemu pružaju uslugu za koju su izgrađene, ali pritom i čine osnovni gradivni element IoT-a jer se oslanja na njihove mogućnosti promatranja okoline. Podrška za ostvarivanje apstraktnijih funkcija te širih primjena koje Internet objekata već po svojoj definiciji nudi, je ostvarena preko komponente posredničkog sloja (engl. *middleware*). Posrednička razina se nalazi na slojevima koji imaju mogućnost složenije obrade podataka i masovnog razasijanja opaženih informacija i izvedenih zaključaka iz opažene okoline. Mobilni čvorovi, osim što mogu biti izvor podataka o korisnicima i iz neposredne korisničke okoline, pružaju mogućnost razasijanja podataka sustavima koji ih trebaju, pri čemu mogu izvršiti i osnovnu obradu opaženih podataka u svrhu uštede resursa prilikom slanja. Mobilni čvorovi podatke mogu slati do stacionarnih računala, na primjer zaduženih za pružanje korisničke usluge ili do oblaka u kojem se vrši daljnja obrada podataka i spremanje opažanja u svrhu budućih potreba za podacima. Oblak se osim kao spremište podataka koristi i kao centralna jedinica za obradu podataka, odnosno za obradu i pružanje usluga koje su zahtjevnije. Posrednički sloj pruža podršku za izgradnju platformi IoT-a pri čemu je omogućena interoperabilnost različitih senzorskih platformi koje se koriste kao jedinstveni izvor podataka, a nudi i podršku sigurnosti pristupa i naplatu usluge. Posjedovanje konteksta omogućava pružanje naprednih usluga koje će biti prilagođene zahtjevima i željama korisnika bez potrebe za njihovim izravnim intervencijama u prilagođavanju usluge.

Kombiniranjem i suradnjom dva osnovna elementa IoT-a ostvaruje se i definicija IoT-a. Modularnost i slojevitost komponenti pružaju generički okvir za ostvarivanje svih preduvjeta IoT-a: ostvarivanje inteligentnih usluga (kroz korištenje ontologije i semantički označenih podataka), proširivost na arhitektonskoj razini te podršku za složene sustave koji sadrže milijune komponenti proizvoljnog položaja koje neovisno komuniciraju i čiji se tokovi podataka obrađuju paralelno. Tehnologije potrebne da koncept IoT dosegne vrhunac su se počele razvijati i prije nego je Internet objekata predstavljen kao sljedeći korak u evoluciji globalne mreže. Integracijom i suradnjom već istraženih i dobro poznatih tehnologija omogućena je izrada platformi koje pružaju bogate usluge temeljene na IoT-u. Nastavak razvoja

tehnologija će omogućavati dodavanje bogatijih i složenijih usluga u IoT-u, te pružiti okvir za izradu platformi koje će pružati potpuno nove usluge (npr. autonomno upravljanje vozilom).

Vremenski najduži razvoj bilježe tehnologije bežične komunikacije, koje stvaraju osnovni preduvjet za izgradnju globalne mreže koja je dostupna u bilo koje vrijeme i s bilo koje lokacije, a koja sadrži različite korisničke usluge. Tehnologije bežične komunikacije su omogućile da broj korisnika globalne mreže dosegne isti red veličine kao i broj ljudi na planeti, pri čemu se predviđa da će u IoT-u broj povezanih uređaja biti još jedan red veličine veći. Nove tehnologije i načini proizvodnje omogućavaju postavljanje senzora u bilo koji objekt (smanjila se njihova veličina, težina, potrošnja energije, a povećala efikasnost komunikacije) čime se ostvaruje preduvjet za mogućnost spajanja uređaja u globalnu mrežu.

Za povezivanje i komunikaciju senzora koriste se tehnologije temeljene na protokolu IP (npr. Wi - Fi, 2G, 3G i 4G) te ostale tehnologije bežične komunikacije koje ne koriste protokol IP (npr. Zigbee¹⁵) [29]. Odabir tehnologije ovisi o primjeni, potrebnom dometu, potrebama za pouzdanosti komunikacije i ostalim vanjskim uvjetima (npr. regulatorske odluke). Ideja senzorske mreže se pojavljuje još 70-ih godina 20. stoljeća, a pojačani razvoj slijedi nakon 2000. godine, kada se događa veliki porast broja znanstvenih radova iz tog područja. Senzorske mreže sastoje se od većeg broja senzora koji prosljeđuju očitavanja do posebnih čvorova zaduženih za skupljanje informacija. Rješenja za senzorske mreže štede energiju kada je to moguće, podržavaju veliki broj čvorova, osiguravaju pouzdanost prosljeđivanja očitane informacije te podržavaju promjenu topologije tijekom rada. Bežične senzorske mreže temelje se na standardu IEEE 802.15.4¹⁶ koji je prilagođen uređajima s ograničenim količinama energije i komunikaciji ograničenog kapaciteta, ali ne omogućava potpunu integraciju u globalnu mrežu. Standard IEEE 802.15.4 koristi paket veličine 127 okteta na fizičkom sloju, a čvorovi provode određeni dio vremena u neaktivnom stanju zbog uštede energije, a ograničeni broj IP adresa ne dozvoljava dodjelu IP adrese svakom čvoru. Alternativni pristup je postavljanje RFID

¹⁵ZigBee je tehnologija dizajnirana za pružanje visoke propusnosti podataka u aplikacijama gdje postoji potreba za niskom potrošnjom energije.

¹⁶Standard IEEE 802.15.4 je razvijen kako bi pružio okvir nižim slojevima nisku cijenu i mreže malih snaga.

čitača i RFID senzorskih mreža za očitavanja iz okoline. Takvi sustavi ne zahtijevaju da osjetilni čvorovi sadrže samostalno napajanje, jer RFID čitači omogućavaju izvođenje obrade podataka unutar senzorskih mreža.

Posrednički sloj ne prikazuje detalje o radu sustava koji nije u njegovoj izravnoj nadležnosti [30]. Time je omogućeno povezivanje različitih tehnologija te osmišljavanje i razvoj novih usluga koje koriste već dostupne i istražene tehnologije. Posrednički sloj se temelji na arhitekturi koja je temeljena na uslugama koja se sastoji od jednostavnih i dobro definiranih komponenti, a suradnja između komponenti omogućava kompleksnije usluge. Projekt *Open Source Solution for the Internet of Things into the Cloud (OpenIoT)* [31] pruža platformu za razvoj usluga temeljenih na konceptu IoT. Projekt za cilj ima izdati platformu otvorenog koda, općenite namjene tako da ostali razvijачi novih usluga mogu ponovno iskoristiti što više komponenti.

Rezultat projekta je platforma koja obuhvaća sve razine u ostvarivanju usluge. Platforma sadrži sustav za prikupljanje podataka [33], komponentu za obradu podataka temeljenu na semantički označenim podacima [33], sustav za obradu podataka u stvarnom vremenu, sustav za prihvaćanje korisničkih upita, kreiranje izvještaja za korisnike te podršku za upravljanje konfiguracijom svih dijelova platforme. Potvrda uspješnosti koncepta izvršit će se ostvarivanjem usluga različitih domena, usluge *Urban Crowdsensing* i *Silver Angel* demonstriraju uspješnost stvarno-vremenske obrade podataka, a detaljni izvještaji usluge *Phenonet* su omogućeni sustavom koji je prikupio senzorske podatke iz različitih izvora.

Europska komisija je financirala i druge istraživačke projekte iz domene Internet objekata. Jedan od takvih projekata je *iCore*, razvijen od velikog konzorcija od 20 partnera. *iCore* [34] pruža programski okvir za korištenje i upravljanje objekata povezanih na Internet temeljem poznatih podataka. Okvir služi za prikrivanje raznolikosti sredstava koji čine IoT, pri čemu se usluga i prikaz potrebnih informacija prilagođava korisniku. Okvir se temelji na slojevitoj arhitekturi; najniži sloj čine virtualni objekti koji su predstavnici stvarnih i/ili digitalnih objekata, srednji sloj kombinira informacije i usluge iz nižeg sloja u svrhu pružanja izgradnje međusobnih odnosa i ostvarivanja dodatne vrijednosti, dok najviši sloj pruža objedinjene funkcionalne dijelove za pojedinu uslugu. Uspješnost koncepta ostvaruje se demonstracijom usluga iz područja pametnog grada, pametnih kuća, pametnog

poslovanja i pametnog upravljanja sastancima, ali nedostatak projekta je njegova zatvorenost protokola i komponenti te nemogućnost proširivanja okvira s novim uslugama. Osim platformi općenite namjene, Europska komisija je odobrila istraživanja na specijaliziranim platformama za IoT. Jedna od takvih je *IoT@Work* [35], koja je namijenjena visoko automatiziranim industrijskim pogonima.

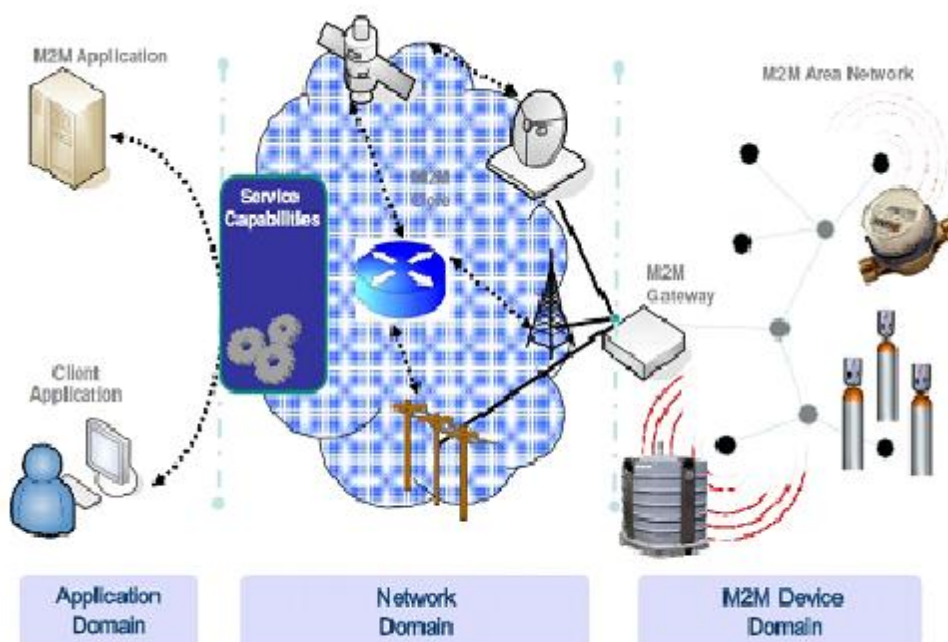
IoT@Work daje podršku za dodavanje novih uređaja u industrijski proces, odnosno za upravljanje takvim sustavom gdje je moguće osigurati otpornost na kvarove, povećati pouzdanost i omogućiti predviđanje neželjenih situacija. Potvrda koncepta *IoT@Work* je demonstrirana ispunjavanjem glavnih ciljeva projekta:

- odvajanje aplikacijske logike od mrežne komunikacije;
- izgradnja samo-adaptirajuće komunikacije, te
- osiguranje otpornosti i sigurnosti u aktivnom procesu.

Arhitektura predstavljena u *IoT@Work* projektu je slična onoj u *iCore* projektu. *IoT@Work* isto koristi trofazinsku arhitekturu, pri čemu je najniži sloj zadužen za upravljanje pojedinim objektima, srednjem sloju je povjereno upravljanje objektima i stvaranje novih sredstava u sustavu (npr. podatkovnih struktura s informacijama o procesu ili novi fizički objekt koji sudjeluje u procesu), dok najviši sloj predstavlja sloj usluga izgrađenih na temelju podrške koju pružaju niži slojevi.

4.1. Machine-to-Machine komunikacija

Machine-to-Machine (M2M) odnosi se na komunikaciju između dva uređaja, s ugrađenim procesorima, pametnim senzorima, pogonima i mobilnim uređajima. Uporaba M2M komunikacije raste sve bržim i bržim tempom. Na primjer, znanstvenici su predvidjeli da će do 2014. godine biti 1,5 milijarde bežično povezanih uređaja osim mobitela. Postoje četiri komponente M2M sustava, a to su istraživanje, heterogeni pristup, obrada informacija, te primjena i usluge. [38] S tehničkog aspekta, M2M je peti element strukture kao što je prikazano na slici 3.



Slika 3. M2M arhitektura [36]

Kako je prikazano na slici, M2M uređaj je uređaj sposoban odgovoriti na zahtjev za podacima koji je dobio od drugog uređaja. *M2M Area Network* (uređaj domene) osigurava povezivost između M2M uređaja i *M2M Gateway*-a, dok *M2M Gateway* koristi M2M mogućnosti kako bi se osigurao M2M ulaz podataka i međusobno povezivanje u komunikacijskoj mreži. M2M komunikacijska mreža (odnosno mrežna domena) predstavlja komunikaciju između *M2M Gateway*-a i M2M aplikacije.

4.2. Komunikacija između vozila - (V2V) komunikacija

Vehicle - to - Vehicle komunikacija (V2V) je novi koncept o kojem je potrebno napraviti još puno istraživanja. U ovom slučaju, vozila djeluju kao čvor u mreži i komuniciraju međusobno uz korištenje senzora spojenih u *ad - hoc* mreže. Radi se relativno novoj mrežnoj tehnologiji pomoću koje vozila neprestano šalju podatke o svojoj trenutačnoj lokaciji, brzini te smjeru kojim se kreću. Na taj način nastoji se značajno smanjiti mogućnost prometnih nezgoda. V2V standard je baziran na protokolu koji je vrlo sličan onome kojeg koriste Wi-Fi mreže, GPS tehnologiji te sensorima unutar automobila koji detektiraju svako skretanje, kočenje i druge pokrete vozila. Infrastruktura V2V mreže je prilično komplicirana i nema fiksnu topologiju koju treba slijediti kako bi se vozila kretala od jednog mjesta do drugog. Primjena ovakvih mreža može se podijeliti u četiri široke kategorije, a to su sigurnost i izbjegavanje sudara, upravljanje prometnom infrastrukturom, telematika te zabavne usluge i Internet povezivost [39].

Vozila komuniciraju međusobno u rasponu od 1000 m. Moguće su dvije vrste komunikacije; prva je komunikacija između dva vozila, a druga je između vozila i centrale. *Vehicular communication systems*¹⁷(VCS) je razvijen kao dio inteligentnog transportnog sustava (ITS). S aspekta mrežne infrastrukture, naglasak je stavljen na protokol usmjeravanja koji se nalazi u fizičkom sloju (PHY), sloju kontrole pristupa mediju (MAC), i emitiranju [39].

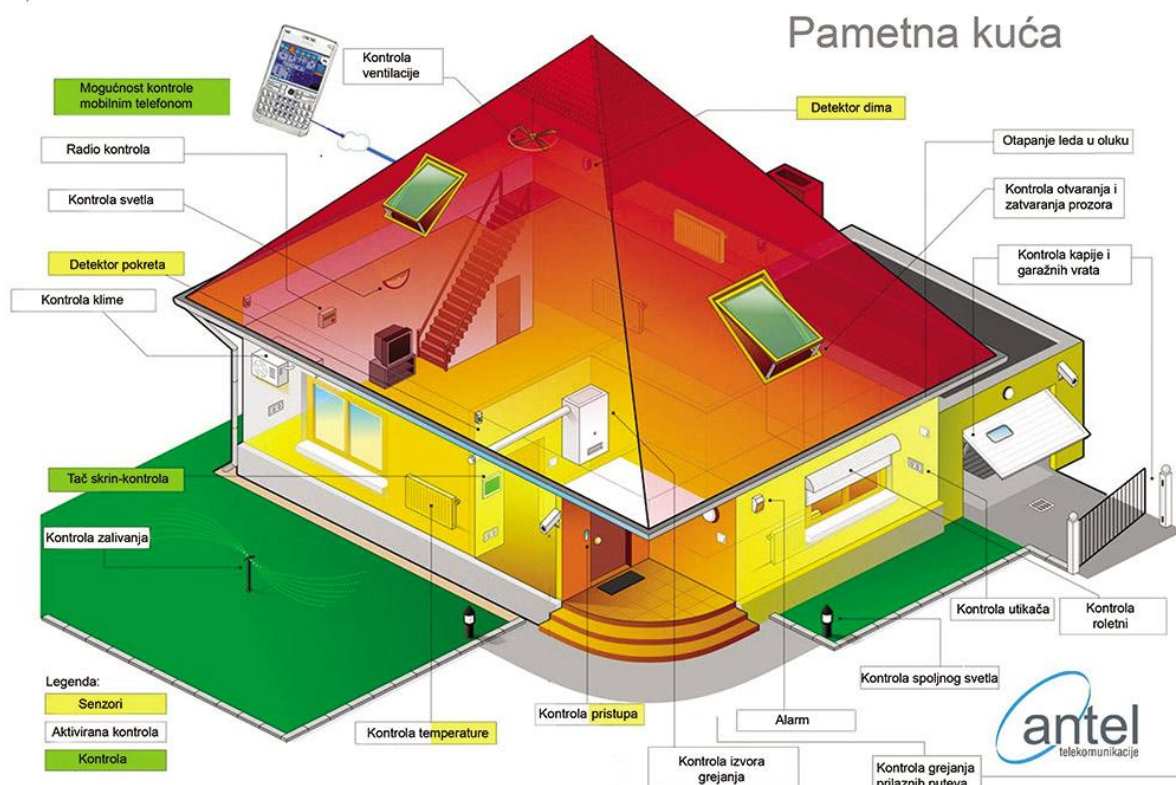
¹⁷ Kolni komunikacijski sustavi su vrsta mreže u kojem vozila na cesti ostvaruju komunikaciju putem komunikacijskih čvorova, pružajući jedni drugima potrebne informacije kao što su sigurnosna upozorenja i informacije o prometu.

5. PRIMJENA I PLANIRANJE KONCEPTA INTERNET OF THINGS

Novi europski istraživački program *Horizon 2020*¹⁸ navodi informacijsku i komunikacijsku tehnologiju kao glavni temelj za razvoj novih usluga i platformi. Polje informacijske i komunikacijske tehnologije orijentira se na razvoj novih komponenti i sustava (npr. pametni ugradbeni sustavi) i razvoj Interneta budućnosti¹⁹ (na svim razinama: tehnologije, infrastrukture i usluga). IoT će pridonijeti razvoju mnogih novih usluga koje su podržane platformama Interneta stvari. Glavni izazovi programa Horizon 2020 koje definira Europska komisija su: održivi razvoj i optimalna potrošnja energije, definiranje novih tehnologija u prometu ljudi i roba, razvoj tehnologija za upravljanje poljoprivrednom proizvodnjom koja će biti prilagođena ljudskim potrebama, sigurnost Interneta te razvoj novih metoda liječenja i dijagnostike pacijenata [36]. Svi ovi izazovi pokušavaju poboljšati kvalitetu života cjelokupnog društva uz zadržavanje održivog razvoja IoT koncepta i platforme temeljene na njemu koje pružaju infrastrukturu i podršku za rješavanje navedenih izazova. Usluge koje pruža IoT možemo podijeliti u tri skupine: usluge koje omogućuje pametna okolina, usluge vezane uz zdravstvo i usluge usmjerene na korisničko konzumiranje informacija.

¹⁸ Internet stranica: <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>

¹⁹ *Future Internet* - Internet budućnost je Internet temeljen na novim protokolima i predviđen da se koristi preko usluge satelita



Slika 4. Pametna kuća [37]

Izazove Europske komisije tako možemo svrstati u nekoliko kategorija, kao što su napredna poljoprivredna proizvodnja, transport ljudi i roba te optimalna potrošnja energije koja je vezana uz područje pametne okoline. Na slici 4. nalazi se primjer pametne kuće čiji su uređaji povezani u *cloud* i njima je moguće upravljati na daljinu zahvaljujući konceptu IoT. Ove izazove nije moguće riješiti bez upotrebe senzora iz okoline. Nove metode liječenja i dijagnostike pokrivaju područje zdravstvene primjene. Izazov sigurnosti Interneta i vjerodostojnosti podataka je u domeni usluga orijentiranih na korisnika i njegovih vlastitih interesa.

Pametna okolna (engl. *smart environment*) pokušava riješiti izazove vezane uz probleme u modernom prometu te mjeriti i upravljati potrošnjom energije radi omogućavanja održivog razvoja. Pametna okolina iskorištava prethodno postavljene senzore u svrhu prilagodbe okoline ljudskim željama uz optimalnu uštedu energije. Napredne usluge ovog područja su rješenja za pametne kuće ili urede. Senzori raspoređeni po kući ili uredu omogućavaju prilagodbu karakteristika prostorije prema korisničkim željama, bez ikakve dodatne korisničke akcije [38]. Rješenja za pametne kuće upravljaju grijanjem prostorija ovisno o klimatskim uvjetima u okolišu, upravljaju

osvjetljenjem ovisno o broju ljudi u prostoriji i dobu dana. Uz to pružaju podršku za sigurnost domova ili ureda dojavljivanjem o prekomjernim količinama otrovnih plinova i gašenjem električne energije u takvom slučaju. Tehnike učenja i optimizacije omogućavaju i podršku za uštedu energije gašenjem kućanskih aparata koji se ne koriste te uštedu novčanih sredstava vlasnika prostora (npr. paljenje perilice rublja ili posuđa za vrijeme dok je električna energija jeftinija).

5.1. Rješenja temeljena na konceptu IoT

Rješenja postavljena na široj razini obuhvaćaju usluge pružanja informacija o okolišu i klimatskim uvjetima. Za takve informacije se koriste senzori postavljeni na širem području oko korisnika koji mjere klimatske karakteristike te pravovremeno obavještavaju korisnika o novostima koje ga zanimaju (npr. zagađenje zraka u određenom području, predviđanje kiše na području korisnika, vlažnost u zraku i slično). Rješenja za praćenje klimatskih promjena osim običnim korisnicima pomažu još i ekološkim i klimatskim stručnjacima tako što im omogućavaju detaljniji uvid u kretanje parametara kroz povijest te daju mogućnost izvođenja novih trendova, odnosno poboljšavanje modela predviđanja. Podaci iz okoliša omogućavaju nastavak razvoja procesa poljoprivredne proizvodnje ukazujući na dosad nevidljive veze između uspješnosti proizvodnje i karakteristika okoline u nekom području.

Izazovi vezani uz promet su problemi određivanja optimalnog puta između dvije točke ovisno o trenutnom stanju prometnica, odnosno korisničkim željama (npr. turisti radije koriste rutu koja sadrži turističke znamenitosti nego najkraći put između dvije točke) [39]. Svi objekti koji sudjeluju u rješenjima pametnog prometa također se koriste i kao izvor podataka za druge primjene (npr. senzori za mjerenje klimatskih parametara). Posebni primjer primjene za pametni promet je praćenje dobara u procesu transporta. IoT omogućava stvarno-vremensko praćenje dobara u tijeku transporta čime je moguće bolje odrediti vrijeme potrebno do dolaska na odredište (posebno je to važno kod dobara koji imaju ograničen rok trajanja, npr. hrana). Razvojem prometa i njegovim upravljanjem, u suradnji s upravljanjem poljoprivredne proizvodnje, proizvodnja se može prilagoditi potrebama korisnika, maksimizirajući proizvedenu količinu uz minimiziranje uložених resursa [40]. U budućnosti,

nastavkom razvoja pametnog prometa može se očekivati i razvoj usluge koja će biti zadužena za transport dobara i ljudi bez ljudske intervencije, temeljem podataka dobivenih iz senzora.

Zdravstvene primjene platforme Interneta objekata variraju od korisničke domene pa do cjelokupnog područja znanosti. Korisnička domena se očituje u definiranju usluga nadzora vitalnih funkcija, administriranje odgovarajućih lijekova ovisno o vitalnim parametrima korisnicima, nadzor i obavješćavanje o kritičnim situacijama (npr. moždani udar) [41]. Širenjem domene od korisnika na ustanove, nove usluge omogućavaju ustanovama bolje praćenje pacijenata i njihovog stanja, izradu rasporeda pregleda i pretraga temeljem stvarnog stanja pacijenta, a ne temeljem upisa. Ustanove također mogu bolje pratiti svoju opremu prilikom operacijskih zahvata radi izbjegavanja neželjenih situacija, olakšava se identifikacija pacijenata prilikom administriranja terapije te se pruža mogućnost za unaprijeđivanje tijeka rada unutar samih ustanova (npr. uklanjanje čekanja na pregled pravovremenim obavješćavanjem pacijenta). Na razini cjelokupne znanosti tehnologije IoT mogu omogućiti novi pogled na postojeće informacije odnosno pružiti novi izvor podataka za potrebe razvoja terapije ili dijagnostike. Osobni senzori koji mjere vitalne karakteristike i informacije dobivene iz njih se mogu staviti na raspolaganje i drugim stručnjacima, tako proširujući njihovu osnovnu namjenu za koju su osmišljeni i postavljeni. Platforme Interneta objekata olakšavaju dijeljenje takvih informacija među stručnjacima iz različitih područja i time omogućavaju definiranje novih procedura u liječenju i dijagnostici. U procesu testiranja lijekova osim korisničkih upitnika platforma IoT-a bi omogućila puno detaljniji pogled na vitalne karakteristike pacijenta i djelovanje lijeka. Platforme Interneta objekata objedinjavanjem više izvora podataka pružaju podršku za brže testiranje novih lijekova, analizom povijesnih rezultata i praćenjem određenih gena. Osim ova dva velika područja primjene, poticaj za razvoj tehnologija i platformi IoT-a će dati i usluge koje su koncentrirane na pojedinog korisnika kao konzumenta informacija dostupnih u Internetu objekata.

Jednostavnije usluge obuhvaćaju kontrolu vlastite imovine od uništavanja i krađe [40], u čijem slučaju bi korisnik bio obaviješten u stvarnom vremenu. Složenije

usluge obuhvaćaju napredno kupovanje karata, odnosno kontrolu ulaska u ograđena područja. Usluga pametne kupovine karata bi sama prepoznala broj ljudi koji ulaze, njihove karakteristike za određivanje cijene karte te naplatila cjelokupnu uslugu korisniku koji je došao na blagajnu. Složenije usluge bi uključile i informacije dobivene iz društvenih mreža, tako da bi se korisniku omogućilo nezavisno obavješćavanje o korisnicima koji su mu zanimljivi, a nalaze se u njegovoj blizini ili je na putu prema korisniku. Za potrebe takve usluge je potrebno često i redovito osvježavati korisnički status (lokaciju, raspoloživost za komunikaciju, raspoloženje) za što bi se umjesto razvoja posebnih rješenja koristile već postavljene mreže senzora. Obrada toka podataka se razlikuje od "klasične" obrade podataka u tome što prilikom obrade toka podataka nije moguće pristupiti svim podacima u proizvoljnom trenutku, već podaci stižu kontinuirano po zadanom redoslijedu. Svi podaci nisu dostupni ni na početku obrade, već dolaze na ulaz tijekom obrade. Sustav za obradu podataka nema kontrolu nad dolaznim podacima tene može njima manipulirati. Ulazni tok podataka može biti neograničene veličine, a pojedini podatak nakon obrade se može pohraniti za kasniju primjenu ili odbaciti nakon čega više nije moguće pristupiti tom elementu. Svi ulazni podaci su sortirani u vremenu, a ako sadrže vremensku oznaku tada su eksplicitno sortirani, u protivnom se sortiraju implicitno povremenu dolaska. Ako se koriste blokirajući operatori (npr. minimum ili maksimum) onda je potrebno definirati prozor u kojem će operator biti primijenjen, jer nije moguće čekati da se obrade svi podaci prije nego što sustav vrati rezultat. Sustavi za obradu toka podataka moraju moći obrađivati paralelno više tokova podataka, a dodatno se moraju prilagođavati i promjenama u intenzitetu dolazaka ulaznih podataka u sustav.

5.2. Platforme za obradu podataka u stvarnom vremenu

Jedna od prvih platformi koja je omogućavala paralelnu obradu tokova podataka bila je Aurora [43], dizajnirana kao sustav za nadziranje aplikacija. Trajni upiti se zadaju pomoću grafičkog sučelja, tako da se kreira dijagram toka podataka između čvorova koji čine upit. Obrada ulaznih podataka se vrši na dvije razine, na prvoj razini se određuje na koje trajne upite utječe ulazni podatak, a na drugoj razini se ulazni podatak dodjeljuje odgovarajućim čvorovima koji će kasnije izvršiti obradu u skladu s definiranim operatorom. Podržano je odbacivanje ulaznih podataka u

slučaju da je kapacitet sustava manji nego što je intenzitet dolaznih podataka. Podržano je slučajno i semantičko odbacivanje podataka. Aurora podržava sedam vrsta upita koje obuhvaća filtriranje podataka iz ulaznog toka, stvaranje novog toka podataka iz jednog ili više ulaznih tokova, sortiranje dijela toka podataka ili izvođenje agregacijske funkcije (npr. prosječna vrijednost) nad ulaznim tokom podataka.

Stream Cloud [44] je platforma za paralelnu obradu tokova podataka, koja implementira operatore filtriranja, unije istih tokova podataka, unije više tokova podataka, agregacijske funkcije (npr. prosjek) i definiranje proizvoljne funkcije nad ulaznim elementima. *Stream Cloud* je posrednički sloj koji paralelizira korisnički upit na više jednostavnijih upita koji se izvršavaju na različitim čvorovima. Trenutno za obradu paralelnih rastavljenih upita se koristi distribuirana inačica sustava za obradu podataka *Borealis* [45]. Platforma *Stream Cloud* dobro skalira, a autori su izvršili testiranje na spletu koji je sadržavao 160 procesora. Paralelizacija korisničkih upita je napravljena neovisno od samog sustava za obradu toka podataka, tako da je moguće sustav *Borealis* zamijeniti s nekim drugim.

Platforma *Blue Dove* [46] je objavi/pretplati sustav zasnovan na sadržaju koji je prilagođen računalnom oblaku, taj. pruža skalabilnu i elastičnu uslugu. Dizajniran je tako da iskorištava asimetričnost distribucije ulaznih podataka da bi se poboljšale performanse sustava. Platforma se sastoji od prihvatnih čvorova i čvorova za obradu. Prihvatni čvorovi, na koje se spajaju korisnici usmjeravaju korisničke poruke (pretplate i objave) na odgovarajuće čvorove za obradu. Čvorovi za obradu dijele višedimenzionalni prostor tako da opterećenje svih čvorova bude približno isto, tj. da se optimalno iskoriste resursi. *Blue Dove* podržava upite zasnovane na Booleovim izrazima (engl. *Boolean expression*), npr. $Temperatura < 30$, te svaka pretplata čini podskup cijele domene ulaznog toka podataka. *Blue Dove* također podržava i izravnu komunikaciju porukama između pošiljatelja i odredišta. *BE-Tree* [45] je struktura za efikasnu usporedbu pretplata s ulaznim tokom podataka. *BE-Tree* struktura koristi se u sustavima objavi/pretplati koji rade obradu podataka u stvarnom vremenu. Struktura se temelji na kombinaciji stabla i slijednih lista. Korisnički upiti (pretplate) se nalaze u podatkovnim čvorovima, spremljeni u liste koje se pretražuju slijedno, a podatkovni čvorovi su složeni u stablastu strukturu. *BE-Tree* struktura zahtijeva da se ulazni podaci (pretplate i objave) prethodno analiziraju, jer performanse ovise o odnosu stablaste i slijedne arhitekture. Slijedna arhitektura se uvodi jer je do neke

razine efikasnije pretraživati slijedno (npr. gdje svi korisnici u slijedu trebaju dobiti obavijest) nego prolaziti kroz stablo. Stablata struktura je zadržana zbog brzog filtriranja pretplata koje ne prekrivaju obavijest. Nedostatak ove strukture podataka je što zahtijeva unaprijed poznavanje cijele domene ulaznih podataka te vrijednosti unutar domene su diskretizirane s jednakim korakom. Ta činjenica omogućava efikasno dijeljenje cijelog prostora u stablastu strukturu, čime se dobivaju dobre performanse, ali je primjena sustava sužena. [48]

6. KARAKTERISTIKE SUSTAVA CARSHARING

Carsharing postaje vrlo popularan u zapadnom svijetu kao učinkovita metoda za smanjenje cijene goriva i broja vozila na prometnicama. Prema tome, *carsharing* je moguće rješenje za financijske uštede građana i promjenu stanja u gospodarstvu. Zbog svoje uloge u smanjenju potrošnje goriva, kontrolu onečišćenja i prometne gužve, postoji povećana uporaba *carsharing* usluge kao i opciju alternativnog prijevoza u velikim gradovima. Danas, u svijetu postoji nekoliko različitih modela *carsharing* sustava koje se koriste u velikim gradovima. U ovom diplomskom radu biti će razmotrena trenutna situaciju *carsharing* sustava u svijetu te dvije inicijative za pokretanje *carsharing* programa u Hrvatskoj. Najrazvijenije *carsharing* regije u svijetu su regije Zapadne Europe i Sjeverne Amerike. U posljednjih nekoliko godina u Aziji, Australiji i Južnoj Americi počeli su se razvijati *carsharing* projekti koji imaju najveći rast gledano prema broju članova i vozila. *Carsharing* sustav još nije priznat u Republici Hrvatskoj, iako je postojalo nekoliko inicijativa za pokretanje programa, ali nisu bile uspješne. Da bi utvrditi mogućnost i potencijal *carsharing* sustava u Hrvatskoj potrebno je provesti daljnja istraživanja. [49]

Promet je uvijek bio važna karika za ljude, bilo u poslovne ili privatne svrhe. Danas se ljudi suočavaju s nekoliko problema među kojima su broj automobila i povećanje prometa te kako doći do određene destinacije u što kraćem vremenu. Broj automobila i drugih prijevoznih sredstava raste svaki dan i prometne gužve sve više postaju veliki problem, posebno za korisnike koji žive u velikim gradovima. Do svojeg odredišta korisnici koriste različite načine prijevoza (intermodalni prijevoz), a ponekad je teško doći do svoga odredišta pomoću javnog prijevoza ukoliko korisnik ne posjeduje automobil. *Carsharing* sustav bi mogao biti rješenje za ove probleme jer dobiva na popularnosti kao transportni model koji može popuniti prazninu između tranzita osobnih automobila. *Carsharing* je izraz koji se koristi za opisivanje programa otvorenih pristupnih vozila koji se mogu dijeliti i biti namijenjeni za povremeni prijevoz u slučaju da je korisniku potreban automobil. Programi ovakvog tipa dijelit će slijedeća obilježja; organizirana skupina sudionika, jedan ili više zajedničkih vozila, rezerviranje unaprijed, najam za kratke vremenske periode (od jednog sata ili manje) i lakši pristup vozilu. U nekim zemljama (najčešće Velika Britanija), pojam *carsharing*

koristi se umjesto izraza *carpooling* ili dijeljenje vožnje, tako da je potrebno razlikovati ova dva pojma. U Velikoj Britaniji pojam *carsharing* koristi se za vozila u privatnom vlasništvu koja se mogu dijeliti za određena putovanja, dok se pojam "auto klubova" koristi za vozila koja su u vlasništvu odvojeno od organizacije i zajednička velikom broju različitih korisnika koji ih koriste u različito vrijeme. Prema tome, termin auto klubova u Velikoj Britaniji se koristi kao alternativa pojma za *carsharing* koji se koristi u SAD-u. Pojam *carsharing* uglavnom se koristi u Europi i koristit će se u ovom radu. Većina autora koji su objavili dokumente o *carsharing* sustavu koriste opis onoga što *carsharing* je umjesto definicije. *Carsharing* se definira kao organizirana kratkoročna posudba automobila kao najma po programu u kojem prethodno odobreni članovi imaju pristup različitim vozilima koja su strateški postavljena na nekoliko određenih lokacija. [49]

Glavne karakteristike *carsharing* sustava jesu; može se koristiti automobil kad god se želi i za bilo koju željenu potrebu. Druga važna karakteristika *carsharing* sustava je članstvo. *Carsharing* se razlikuje od tradicionalnih rent-a-car usluga, s obzirom na svoje organizacijske aspekte:

- korisnici su članovi kluba, te im se unaprijed odobrava da budu primljeni u program;
- rezervacije, vožnja, te povratak koji je samposlužni;
- mjesta za vozila su raspoređena na cijelom području usluga, a često se nalaze i na mjestima za pristup javnog prijevoza;
- *carsharing* vremenski okvir je 24h na dan, te nije ograničen na radno vrijeme;
- vozila se mogu iznajmiti po minuti i po satu, ne samo po danu, kao s uslugom najma automobila te;
- osiguranje i gorivo su troškovi koji su uvijek uključeni u cijenu. [44]

6.1. Carsharing povijest

Prvi *carsharing* sustav bio je uveden 1940. godine u Zürichu, te od tada stalno raste zainteresiranost za navedeni sustav kao i broj ljudi koji su otkrili *carsharing* kao

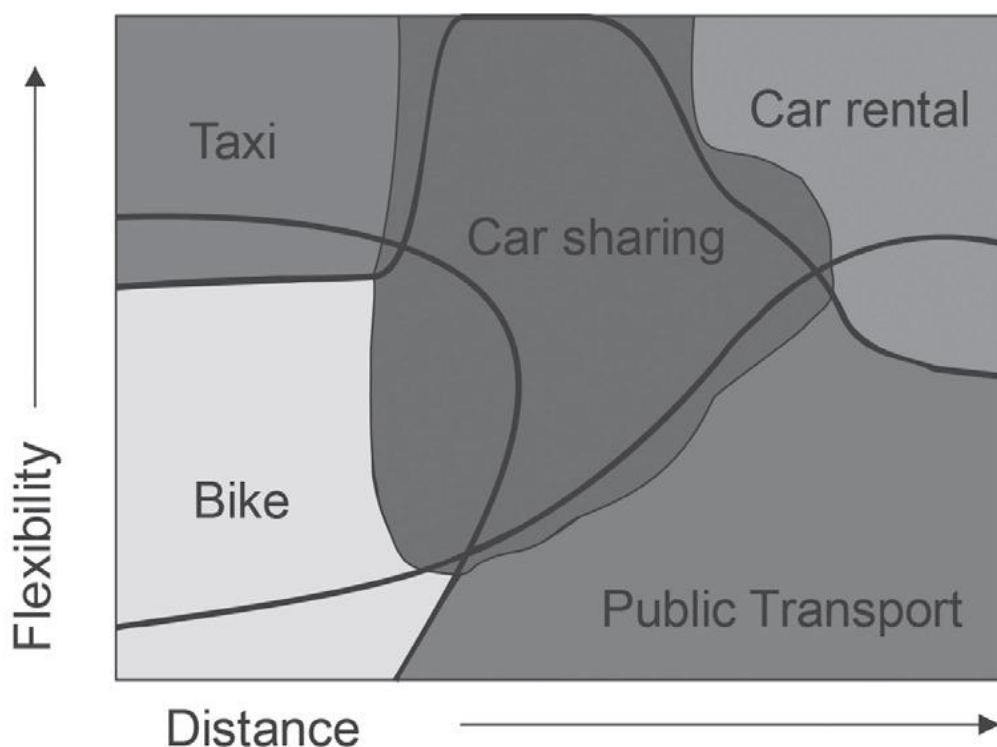
učinkoviti model prijevoza. Prvi pokušaj da se uspostavi *carsharing* program u Europi dogodio se 1948. godine u Zürichu, Švicarska, kada je zadruga *Sefage* (Njemački *Selbstfahrgemeinschaft*) započela s radom [47]. Ova zadruga je postojala sve do 1998. godine. Nakon *Sefage*, tijekom čega je u Europi započelo nekoliko *carsharing* projekata, prestali su s poslovanjem. Neki od projekata u Europi su: *Procotip* (Francuska), *Witkar* (Nizozemska), *Green Car* (Velika Britanija), *Bilpoolen* i *Bilkoopeartiv* (Švedska). Uspješna *carsharing* iskustva u Europi su započela 1980. godine u Danskoj, Francuskoj, Engleskoj, Irskoj i Italiji gdje je trenutno razvijeno više od 200 *carsharing* organizacija u više od 350 gradova. [49]

Uslijed povećanja broja takvih organizacija, europska organizacija za dijeljenje automobila osnovana je 1991. godine kako bi podržala daljnji razvoj i rast *carsharing* sustava u Europi. U Sjevernoj Americi, *carsharing* ima daleko više ograničenja u odnosu na Europu. Razvoj je počeo ranih 1980-ih na Purdue sveučilištu s kratkoročnim najmom automobila u San Franciscu kao i prve dvije *carsharing* organizacije. Danas postoji devet različitih *carsharing* modela u Sjevernoj Americi i oni su vrlo slični europskim modelima. Svi rani *carsharing* eksperimenti imaju jednu zajedničku karakteristiku–nisu dugo potrajali. Glavni razlozi za njihov neuspjeh uključuju neadekvatno planiranje, financijsko upravljanje i nedostatak podrške od jedinica lokalne samouprave. Iako je *carsharing* nastao u Europi, proširio se diljem svijeta i postao sustav zajedničkih vozila i vožnji popularan u cijelom svijetu. U zajedničkom istraživanju [49] zaključeno je da su se rane *carsharing* tvrtke, pri ulasku u nova tržišta, najčešće sastojala od projekata s jednim ciljem koji pokazuje kako *carsharing* funkcionira. Tijekom vremena, na tržištu je sazrela većina tih projekata i zamijenjeni su trajnim sustavima temeljenim na *carsharing* tvrtkama. Uočljivo je da je u nekim slučajevima i na nekim tržištima došlo do značajnog vremenskog razmaka prije nego što su u potpunosti započele *carsharing* usluge. Kako je *carsharing* usluga rasla, bilo je manje eksperimenata i demonstracija čak i na novim tržištima. [49]

6.2. Carsharing kao prometni model

Kao alternativa prometnom modelu, *carsharing* model i koncept *carsharing* tržišta dolazi kao moguće rješenje u svijetu koje se mijenja ovisno o rastućoj

ekonomiji i populaciji u kojima postoji sve veća potreba za putovanjima i mobilnosti. Međutim, postoji i potreba uštede na troškovima. *Carsharing* prijevozni model može pomoći u smanjenju broja vlasništva automobila, dok će osigurati visok stupanj mobilnosti za urbane stanovnike. *Carsharing* je "karika koja nedostaje" u paketu transportnih alternativa. Istaknuto je da *carsharing* ima svoje mjesto negdje između javnog prijevoza, pješaćenja, taksi službe, privatnih vozila i biciklizma. *Carsharing* bi trebalo promatrati ne kao samostojeći koncept, nego kao dio neke veće cjeline. Drugi autori (Muheim, P.: Car-Sharing: The Key to Combined Mobility, Synthesis Document, Energie Schweiz, Bern, 1998.) gledaju na *carsharing* kao dio cjelokupnog održivog transportnog sustava. Slika 4. pokazuje da se *carsharing* može povezati s drugim modelima prijevoza. [49]

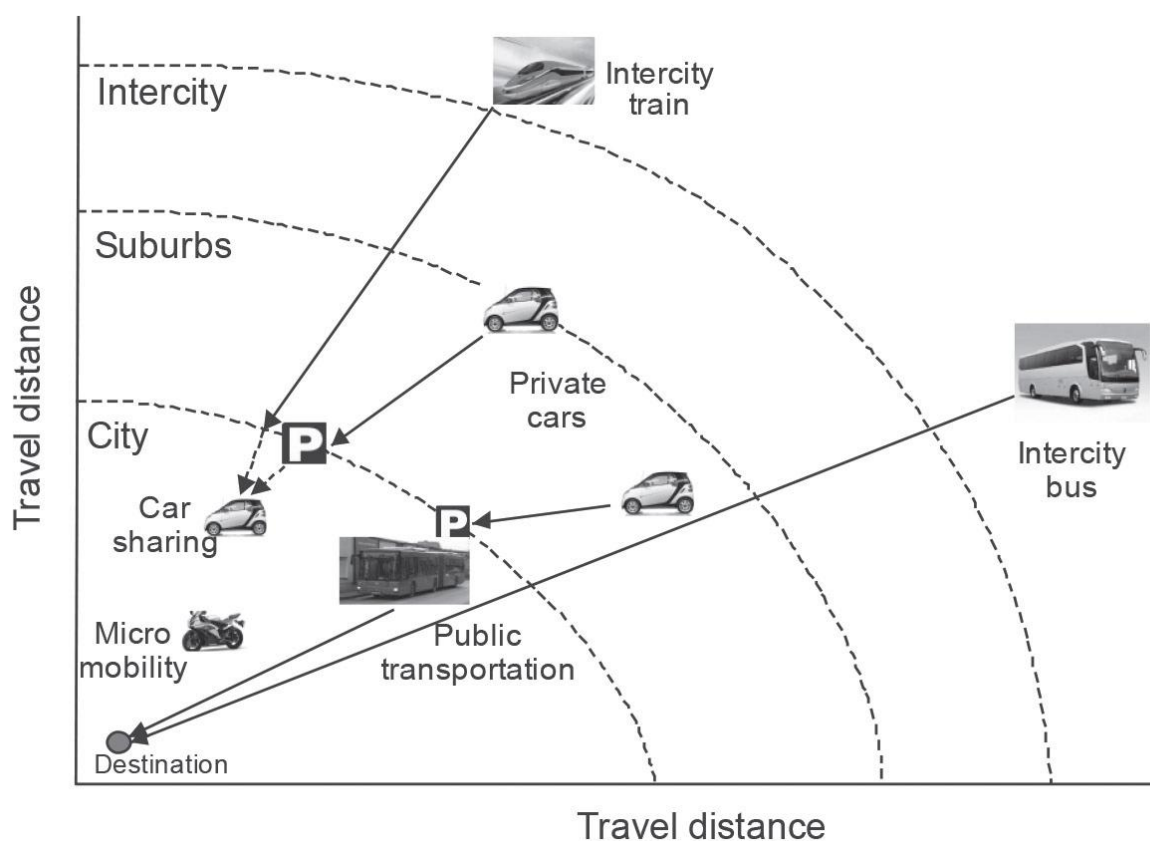


Slika 3. *Carsharing* u relaciji s drugim modelima transporta i prometa [49]

Dodavanjem *carsharing* programa i njihovim mogućnostima prijevoza u gradovima se mogu razvijati integrirani i multimodalni transportni sustav, koji mogu ponuditi alternativu privatnim automobilima. Kako bi zaživio ovakav alternativni način prijevoza kao prometni sustav, *carsharing* treba imati i druge opcije za ostvarivanje prijevoza (hodanje, javni prijevoz, rent-a - car, taxi) dostupne za potencijalne članove programa. Kao alternativa prometnom *carsharing* sustavu pruža se mogućnost za

srednje udaljenosti putovanja za koje postoji potreba za fleksibilnošću ili dostizanje destinacije koje nisu obuhvaćene javnim prijevozom. [49]

Carsharing može ispuniti potrebe korisnika, odnosno članova i omogućiti im bez vlastitog osobnog automobila ili drugog vozila željeno putovanje. Jedno od *carsharing* prednosti je njegova mobilnost, jer ona pruža više povjerenja u odnosu na druge prometne alternative za ljude koji trebaju prijevoz za kraće udaljenosti. Slika 5. prikazuje različite prijevozne alternative na temelju putne udaljenosti.



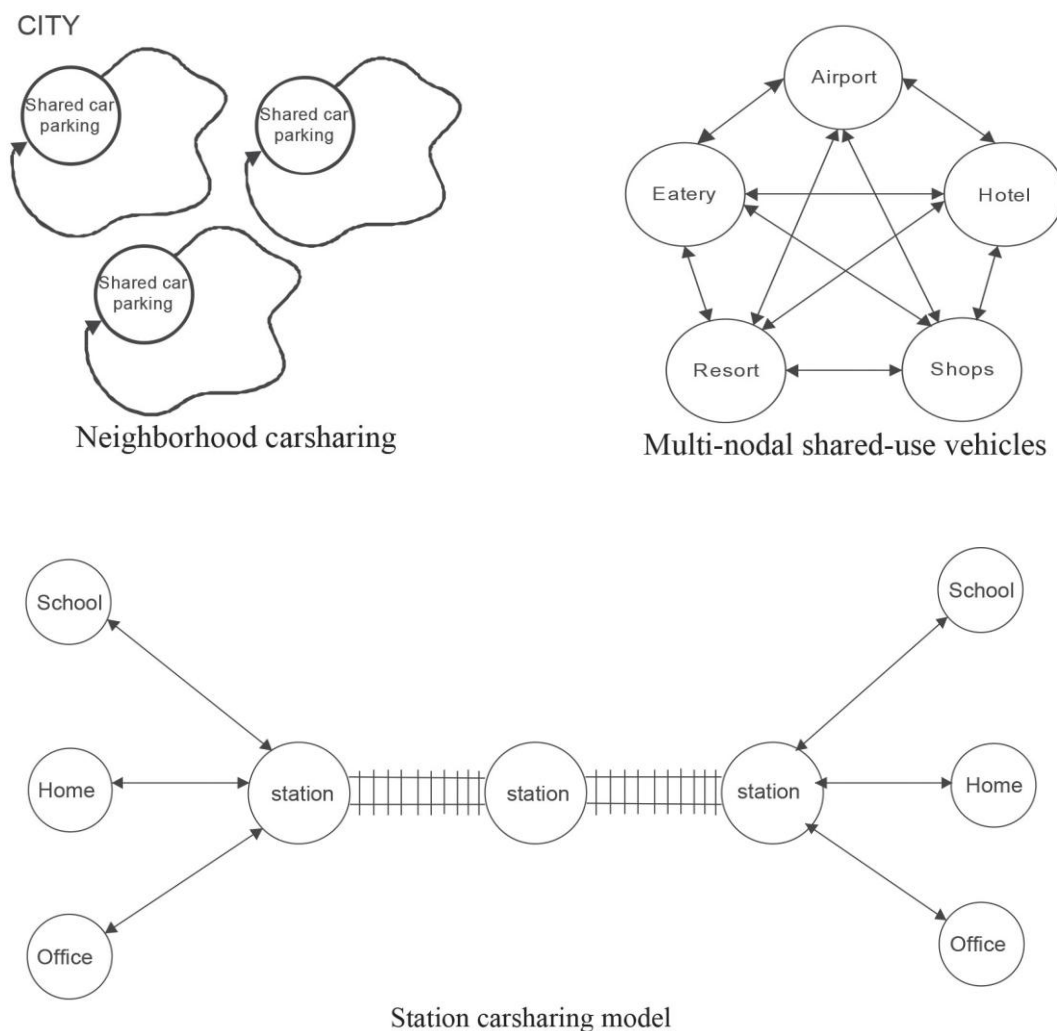
Slika 4. Alternativni modeli [47]

Automobil za dijeljenje vožnje je postavljen na dio za gradski prijevozna kraćim udaljenostima i može se koristiti od strane ljudi koji putuju iz predgrađa i one koji se nalaze na međugradskim relacijama. Kao alternativa prometa čak u većini tranzita i pješačkih ruta nailazi se na prijateljsko okruženje, a *carsharing* može poboljšati opcije putovanja svojom brzinom i fleksibilnošću. Zaključak je da je

carsharing relativno nova opcija za urbani prijevoz, koji nastoji u korist okoliša smanjiti emisije plinova smanjenjem uporabe privatnih automobila, smanjenje zagušenja prometa i smanjenja gužve na parkiralištima. [49]

6.3. Carsharing modeli

Trenutno postoji nekoliko različitih *carsharing* modela koji se koriste u cijelom svijetu. Ovi modeli su slični *carsharing-u*, jer dijele namjenu vozila. Sva tri modela prikazana su na slici 6., te će biti objašnjeni s više pojedinosti u nastavku diplomskog rada.



Slika 5. Različiti *carsharing* modeli [49]

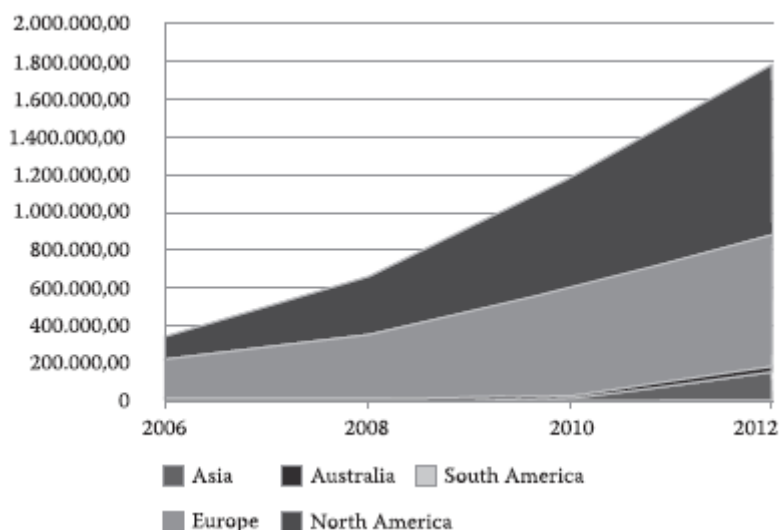
Sama ideja *carsharing* modela je nastala u Europi. U ovom modelu, vozila su često smještena u stambenim objektima, te nešto rjeđe u poslovnim prostorima. Troškovi korištenja vozila se dijele između skupine pojedinaca. Glavna značajka za ovaj model je da rezultira povećanim tranzitom jer korisnici postaju svjesni pojedinačnih troškova svakog putovanja. [49]

Više generalizirani *carsharing* model s čvorovima ima postavljena vozila između više stanica koje su obično povezane s mjestima nacionalnih parkova i sveučilišnih kampusa. Ovaj model se može povezati s tranzitom i njegova prednost je da automobili mogu biti korišteni za jednosmjerna putovanja umjesto za dvosmjerna putovanja kao u prethodnom *carsharing* modelu. Stanica ovog *carsharing* modela je implementirana u inozemstvo, ali najčešće se koristi u Sjedinjenim Američkim Državama. Ona je usredotočena na vezu između tranzitne stanice i radnog mjesta. Model se sastoji od flote vozila stacioniranih na željezničkim postajama. Karakteristike ovog modela su niski odnos korisnosti i potrošnje za razliku od ostalih *carsharing* modela. Tijekom 1990-ih godina ovaj model je rastao najviše u Aziji zbog integriranja elektroničkih tehnologija. Nedavno, franšizno poslovanje, *outsourcing* i replikacija programa *carsharing* uvedeni su diljem svijeta kako bi se postiglo daljnje promicanje korištenja *carsharing* sustava. [49]

6.4. Prisutnost carsharing sustava u svijetu

Carsharing je vrlo popularan u velikim gradovima u Sjevernoj Americi i Europi, gdje korisnici ne žele imati dodatne troškove koje imaju korištenjem svog vlastitog automobila. Moderan *carsharing* sustav nastao je u Švicarskoj, a kao takav se proširio diljem svijeta. Trenutno, *carsharing* je prisutan na pet kontinenata - Europi, Sjevernoj Americi, Južnoj Americi, Aziji i Australiji. Iako je Europa *carsharing* središte, druge najveće regije svijeta također pokazuju značajan rast. Danas uspješan *carsharing* sustav je uglavnom povezan s gusto naseljenim područjima. Međutim, postoje neki programi u Europi koji pružaju usluge u ruralnim područjima. Nizinska područja su područja gdje je teže ponuditi *carsharing* sustav zbog nepostojanja drugih modela prijevoza i zbog veće udaljenosti korisnici moraju putovati

automobilom.[25]Grafikon 6. prikazuje promjene u broju *carsharing* članica i vozila u svijetu tijekom posljednjeg desetljeća. [49]



Grafikon 5. Promjena broja vozila i članova u razdoblju od 2006. do 2012. godine [49]

U 2006. godini sustav *carsharing* bio je prisutan u 600 gradova u svijetu s 11,700 vozila koji se dijeli na gotovo 350.000 ljudi [47]. Grafikon 6. prikazuje promjene broja *carsharing* članova i vozila u razdoblju od 2006. do 2012. godine. Navedeni brojevi se povećavaju, a 2010. godine bilo je više od 1 000 gradova s 32 000 vozila koja su dijelili više od 1,2 milijuna ljudi. Osim toga, u 2012. godini bilo je 27 zemalja na pet kontinenata s oko 1,8 milijuna članova te više od 43 550 vozila s još nekoliko zemalja koje planiraju početi s *carsharing* organizacijom prometa.

Trenutno, globalno *carsharing* tržište je vrlo konkurentno i fragmentirano s nekoliko međunarodnih i regionalnih zajednica na kojima se temelje *carsharing* tvrtke koje posluju na tržištu. *Carsharing* tvrtke u svijetu općenito se vrednuju prema nekoliko kriterija, a to su prije svega cijena, raspon flote vozila, lokacije *carsharing* stajališta te marketinška prisutnost. Dva kontinenta s najvećim udjelom *carsharing* korisnika su Sjeverna Amerika s 50,8 % od ukupnog broja članova, te 36 % od ukupnog broja vozila i Europa s 38,7 % od ukupnog broja članova i 47 % ukupnog broja vozila. U 2012. godini Južna Amerika pridružuje se *carsharing* sustavu sa 1 500 članova i 60 vozila. [49]

Na svjetskom tržištu *carsharing* lider je tvrtka *Zipcar*, Inc, nakon čega slijedi *Hertz on Demand* i *Enterprise WeCar* u SAD, *Communauto* i *Modo Coop* iz Kanade,

Auto Sharing iz Europe i *Town Hopiz* Australije [49]. Tamo su i neka dobro poznata imena iz rent-a-car tvrtki prisutna na svjetskom tržištu *carsharing*-a. U 2013. godini *Avis Budget Group* kupio je svjetski lider *Zipcar* te je postao konkurentnijim *Hertz-u* koji je već imao svoje *carsharing* tvrtku "*Hertz on Demand*". [49]

Osim *Avis* i *Hertz* druge tradicionalne tvrtke za najam automobila su počeli kopirati *carsharing* modele. U svijetu *carsharing* tržište prerasta od neformalnih mreža malih tvrtki i organizacija u tržište koje pokreću velike multinacionalne korporacije. Većina *carsharing* organizacija nalaze se i djeluju u Europi. Slika 7. prikazuje da je *carsharingu* Europi vrlo zastupljen, nalazi se u 15 zemalja i ima oko 700,000 članova s gotovo 21,000 vozila. [49]

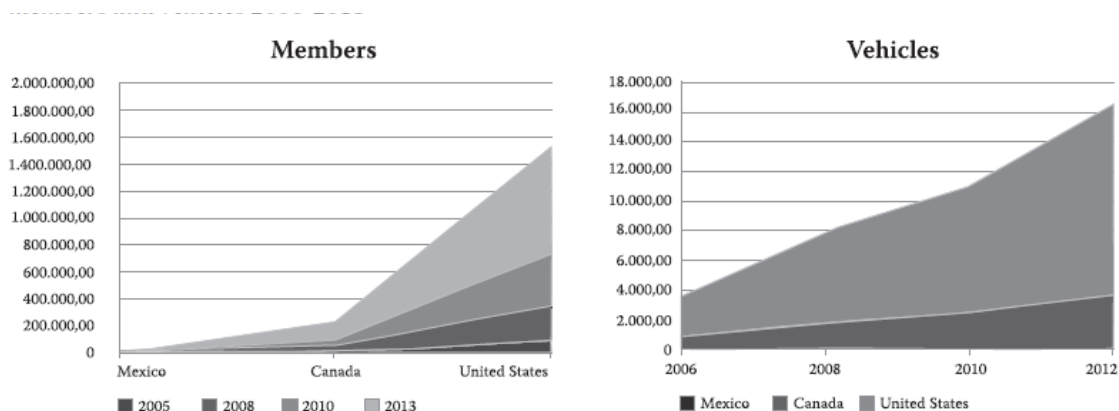


Slika 6. Ključne *carsharing* organizacije u Europi [49]

Vodeće zemlje *carsharing* sustava u Europi su Švicarska, Njemačka, Engleska, Irska, Italija, Norveška i Francuska, gdje se većina *carsharing* aktivnosti nalaze i gdje postoje najveće tvrtke za dijeljenje automobila. U većini drugih europskih zemalja *carsharing* evaluira, a u istočnoj Europi prisutni su pokušaji

implementacije *carsharing* programa. Tvrtka *Avalon CarSharing* je pokrenula *carsharing* sustav u Budimpešti (Mađarska) krajem 2013. godine te je posjedovala 50 automobila u svojoj *carsharing* floti. U Sjevernoj Americi 2013. bilo je 46 *carsharing* tvrtki (25 u SAD-u, 20 u Kanadi i jedan u Meksiku) koji ima više od 1 milijun članova i više od 15 500 vozila u SAD-u, Kanadi i Meksiku. [49]

Rast *carsharing* sustava u Sjevernoj Americi se vidi na grafikonu 7. 2013. Godine *carsharing* članstvo raslo je za 24% u SAD-u i gotovo 54% u Kanadi, a rast vozila je gotovo 24% u SAD-u i 36% u Kanadi.



Grafikon 6. Promjena broja članova i automobila u razdoblju od 2006. Do 2013. godine [49]

U 2013. Godini *carsharing* program započeo je u Meksiku s 60 vozila i 620 članova. Osim toga, dva proizvođača automobila *carsharing* organizacije (Daimler i BMW Car2Go) imaju gotovo 30% udjela u ukupnom broju vozila u Sjevernoj Americi, a proizvođači automobila pokazuju interes za ovaj model korištenja automobila. U drugim dijelovima svijeta *carsharing* je nepoznat ili je još uvijek u ranoj fazi razvoja. Drugi dijelovi svijeta imaju oko 11% od ukupnog broja članova u svijetu - Južna Amerika 1%, Azija 9% i Australija 1%. Iako oni imaju mali udio, njihove stope rasta znatno su veće od onih u Europi i Sjevernoj Americi.

Carsharing u Australiji je porastao u posljednjih pet godina u prosjeku 25%, a to je dijelom zbog stalnog uspona svjetskih cijena sirove nafte i potražnje za troškovno učinkovitim i prikladnim prijevozom. Predstavnici *carsharing* sustava u Aziji su Japan i Singapur gdje su najveći poslovni segmenti stambene četvrti vezane za željeznicu i poslovne zone. Postoji nekoliko *carsharing* tvrtki u Japanu (sa 176 vozila i 3,500 članova) i Singapur (sa 432 vozila i 12 200 članova). Nekoliko *carsharing*

inicijativa postojalo je u Maleziji, Južnoj Koreji i Kini s početkom *carsharing* modela u posljednjih nekoliko godina. [49]

6.5. Carsharing u Hrvatskoj

Trenutno, ne postoji *carsharing* organizacija u Hrvatskoj, iako su postojale dvije inicijative: tvrtke *Auto Division Hrvatska* i *Orix Carsharing*. Ostale tvrtke za najam automobila (*Hertz*, *Avis Budget*, *Sixt*, *Europcar*) su prisutne u Hrvatskoj i ocjenjuju tržišno stanje te će promijeniti svoju namjenu u slučaju da se stanje na tržištu promjeni. Dvije najveće agencije za najam automobila su *Hertz* i *Avis Budget*. Iako oni nude *carsharing* sustav u svijetu, njihova usluga još uvijek nije zaživjela u Hrvatskoj.

Tijekom 2011. godine u Hrvatskoj je došlo do inicijative da se započne *carsharing* kao pilot projekt tvrtke *Autodivision Hrvatska*, ali je njihov projekt "*Oddo Carsharing*" završio jer nisu mogli pronaći investitore za takvu vrstu posla. Kako bi nastavili s ovim projektom tvrtka je trebala financijsku pomoć vezano za javne prostore. Oni su htjeli započeti s 20 vozila u jesen 2011. godine u glavnom gradu Hrvatske, Zagrebu. Prije samog početka trebalo je razviti plan vezan za proračun, poslovanje i planiranje putovanja.

Prema Bojanu Dragojeviću²⁰ iz tvrtke *Autodivision Hrvatska*, pilot projektom *Oddo Carsharing* uloženi su veći trud i angažman kako bi zaživio sustav *carsharing* u gradu u Zagrebu, ali projekt nikada nije proveden zbog brojnih prepreka. Glavne prepreke za realizaciju projekta bile su:

- gradska vlast ne razumije koncept; u vrijeme *Autodivision Hrvatska* je na početku projekta;
- ovlašteni distributeri vozila u Hrvatskoj nisu bili zainteresirani za partnerstvo u ovom projektu;
- velika investicija za pokretanje poslovanja, kupnja automobila i potrebne opreme te

²⁰ voditelj projekta ODDO

- nije bilo interesa za oglašni prostor na vozilima za prvih šest mjeseci poslovanja. [49]

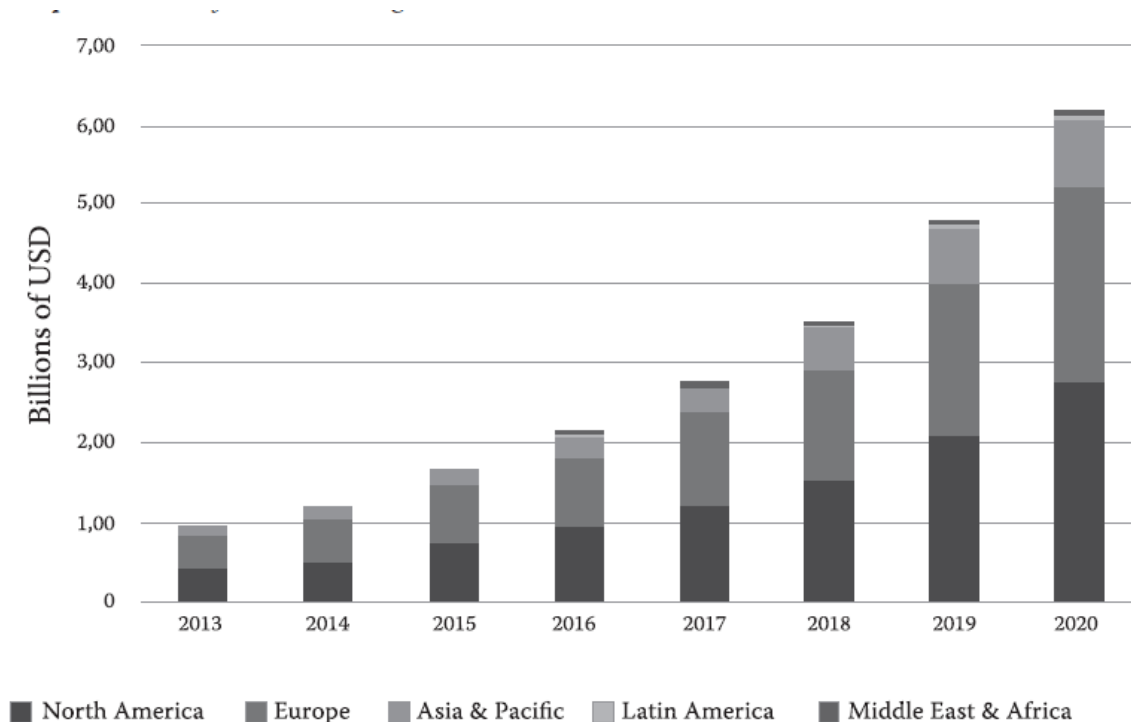
Međutim, u slučaju da postoji veći interes u budućnosti, moguće je ponovno pokrenuti projekt. Druga inicijativa za pokretanje *carsharing* programa u Hrvatskoj je došao iz Orix Rent-a-car tvrtke. Istraživanje tržišta učinio je Orixu 2012. godini i zaključio da hrvatsko tržište nije spremno za ovu vrstu usluge. Istraživanje eksperata na području Hrvatske također dovodi do spoznaje da je razvoj ili kupnja tehnologije i softvera izuzetno skupa, a veliki broj vozila je potreban kako bi se isplatila investicija i da konačno nastane potreba za velikim brojem članova, odnosno korisnika sustava.

Trenutno nema dovoljno potencijalnih članova za *carsharing* u Hrvatskoj, tako da ni tvrtka Orix ne nastavlja daljnji razvoj svojih *carsharing* modela. Drugi razlog je da je tvrtka Orix lider na Hrvatskom tržištu u *rent-a-car* uslugama koji ima gotovo 50 % tržišta. Oni imaju oko 1 900 automobila u 30 različitih kategorija i mrežu od 19 ureda diljem Hrvatske. [49]

6.6. Mogućnosti rasta *carsharing* usluge

U današnjem svijetu *carsharing* se vodi kao mogući sustav za smanjenje potrošnje goriva. Na temelju njegove učinkovitosti, uložiti u kontroli zagađenja i smanjenja prometnih gužvi, moguće je predvidjeti trend povećanog korištenja *carsharing* sustava kao alternativnog načina prijevoza. Dodatni trend rastuće uporabe je i popularnost *peer-to-carsharing* modela u svijetu. Jedan od razloga za rast popularnosti i upotrebe *carsharing* sustava se ostvaruje iz svjetske urbane populacije. Ostali razlozi su povećanje prometnih opterećenja u gradovima i podizanje troškova goriva u svijetu. Važno je navesti činjenicu da bi *carsharing* bio uspješan, budući korisnici moraju promijeniti svoj način života, što je veliki izazov za daljnji rast *carsharing* sustava u svijetu.

Globalne *carsharing* usluge u 2013. godini dosegle su 937 milijuna dolara i procijenjene su da bi trebale narasti na 6,2 milijarde dolara do 2020. godine (Grafikon 8). [49]



Grafikon 7. Prihodi od *carsharing* sustava [49]

Carsharing tržište će rasti od 2,3 milijuna korisnika u 2010. godini do 26 milijuna korisnika do 2020. godine. U 2020. godini Europa i Sjeverna Amerika trebale bi ostati dva najveća *carsharing* tržišta jer one već imaju uvjete za rast *carsharing* sustava -velika urbana područja, visoke troškove prijevoza i prisutne probleme javnog prijevoza u urbanim područjima. Važno je navesti da je predviđen rastu ove dvije regije te da će biti veći od rasta u drugim regijama svijeta. Potencijal za širenje u Aziji i pacifičkoj regiji postoji s višom stopom rasta nego u Sjevernoj Americi i Europi, ali je ograničen zbog potencijalno manjeg broja zemalja s *carsharing* sustavom. Stope rasta u Latinskoj Americi, Africi i Bliskom istoku će biti veće nego u Europi, ali njihov ukupni potencijalni prihod će biti manji nego u drugim regijama svijeta. [49]

Iako trenutno ne postoji *carsharing* organizacija koja posluje u Hrvatskoj, potencijal za istu postoji. Potencijal se može naći u poslovnim ljudima i mnogim turistima koji posjećuju Hrvatsku. Turisti predstavljaju zanimljivu ciljnu skupinu za *carsharing* program jer oni često posjećuju mjesta bez njihovog privatnog automobila. Ako turisti žele posjetiti različite lokacije, *carsharing* organizacije su najbolje moguće rješenje za njih jer javni prijevoz je vjerojatno nedostupan. *Carsharing* organizacije mogu se natjecati s javnim prijevozom, rent-a-car i taksi službama po pitanju cijene i karakteristike fleksibilnosti koje ovise o cijeni infrastrukture, organizaciji usluge i potrebi turista.

Najvažnija *carsharing* prednost je cijena, jer *carsharing* može smanjiti cijenu za putnike, odnosno turiste i do 40 % te im pružiti prednosti prilikom odabira određene vrste automobila u navedenom sustavu. Danas postoji nekoliko *carsharing* programa namijenjenih turistima u svijetu koji uključuju *Car Sharing Vancouver*, *Green Car-sharing*, *Traveling & Car sharing Llanarmon*.

Obje *carsharing* inicijative u Hrvatskoj su namijenjene za turiste i poslovne korisnike. Jedna se nalazi na jadranskoj obali, a druga u Zagrebu. Na jadranskoj obali inicijativa računa na turiste koji dolaze na more bez vlastitog automobila i žele vidjeti više Hrvatske obale. Druga inicijativa sa sjedištem u Zagrebu je namijenjena za poslovne korisnike koji posjećuju Hrvatsku. Pojavile su se prepreke za uspješno pokretanje inicijative, osobito na Jadranu. Nadalje, postoji podatak da je premalo potencijalnih korisnika koji prepoznaju ovaj način prijevoza. Stoga, postoji potreba za daljnja istraživanja u Hrvatskoj.

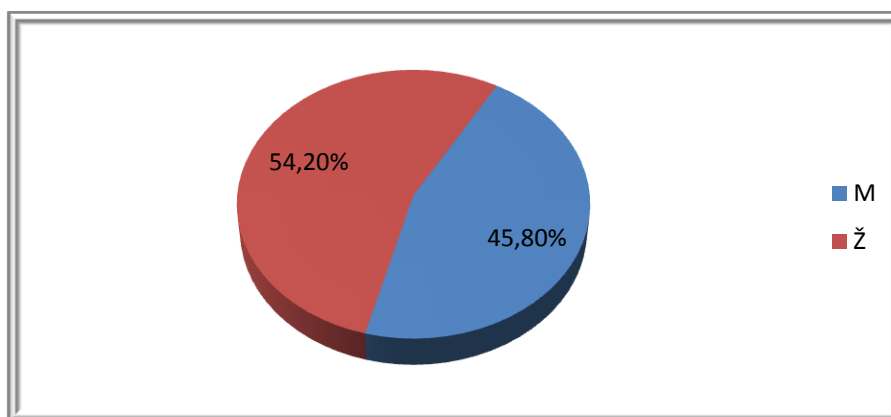
Takva istraživanja bi trebala uključiti turističke tvrtke, *rent-a-car* agencije i potencijalne poduzetnike koji imaju kontakt s industrijom prodaje automobila. Rezultati istraživanja tržišta će otkriti ako postoji potencijalna potreba za *carsharing* sustavom programa prije uvođenja u Hrvatskoj. Prilikom izrade ovog rada, provedena je anketa koja će dati uvid u mišljenja i stavove određene skupine korisnika te odgovoriti na pitanja da li *carsharing* sustav može zaživjeti u Hrvatskoj. [49]

7. ANKETNO ISTRAŽIVANJE PRIMJENE KONCEPTA INTERNET OF THINGS ZA POTREBE SUSTAVA CARSHARING

Za potrebe izrade ovog diplomskog rada provedena je anketa koja se sastoji od 19 pitanja vezanih za koncept IoT i model *carsharing*. Pitanja koja sadrži daju odgovore iz kojih se mogu dobiti relevantni podaci koji su potrebni kako bi se izveo zaključak o tome koliko je ljudi u Hrvatskoj upoznato s konceptom IoT i modelom *carsharing*, smatra li navedene sustave korisnim i da li ih žele koristiti u bližoj budućnosti.

Prilikom provođenja ankete, ciljana skupina budućih korisnika bila je mlađa populacija, budući da su upravo mladi ljudi otvoreni prema novim modelima, lakše ih prihvaćaju i skloni su razvijanju novih ideja. U anketi su u uvodnom dijelu ukratko objašnjeni pojmovi *carsharing* i koncept IoT kako bi osobe koje se prvi puta susreću s navedenim pojmovima mogle dati relevantne odgovore na pitanja. U daljnjem tekstu pitanja i odgovori koji se nalaze u anketi bit će pojedinačno objašnjeni i svako od njih bit će popraćeno pripadajućim grafikonom. Anketu je ispunilo 73 osobe, što za ovakvu vrstu "pilot" istraživanja zadovoljava kriterij relevantnosti.

Pitanje koje je prvo bilo postavljeno u anketi je spol osobe koja ispunjava anketu. Odgovor na ovo pitanje daje nam sliku o tome koliko je muškaraca odnosno žena upoznato s navedenim pojmovima, dakle koliki je interes za pojedine modele i razvoj budućih tehnologija gledano s aspekta podjele prema spolu.

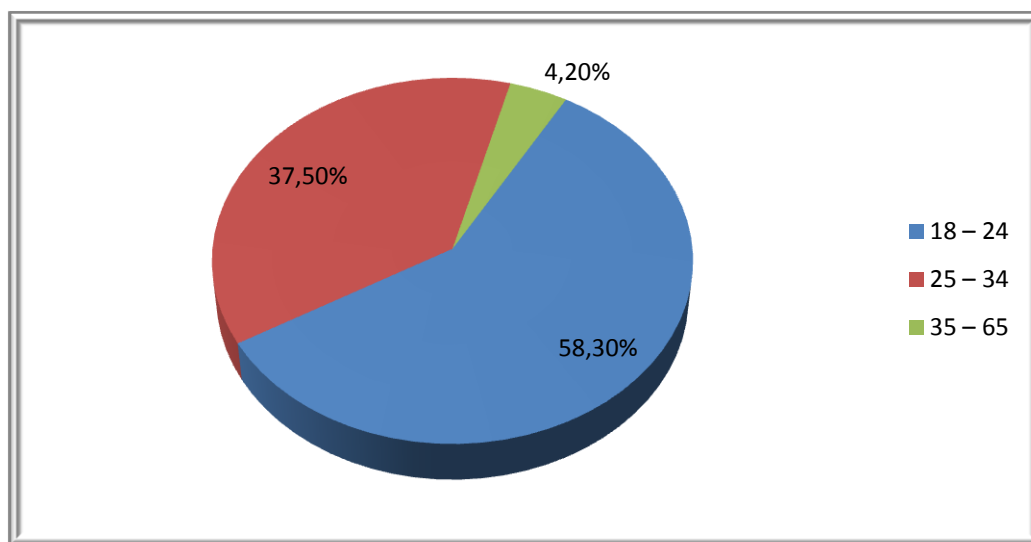


Grafikon 8. Omjer muškaraca i žena koji su prisustvovali ispunjavanju ankete

Izvor: vlastito istraživanje

Iz grafikona 9. vidljivo je da je anketu ispunilo 54,2 % žena i 45,8 % muškaraca. Podaci dobiveni odgovorom na ovo pitanje daju nam informaciju da su ipak žene više zainteresirane za nove stvari i razvoj tehnologija u odnosu na muškarce.

Slijedeće pitanje se odnosilo na dobnu skupinu ispitanika, što je također vrlo važan osobni podatak koji nam govori da li je u istraživanju prevladala ciljana skupina ispitanika ili je više onih koji ne spadaju unutar intervala dobne granice ciljane skupine.

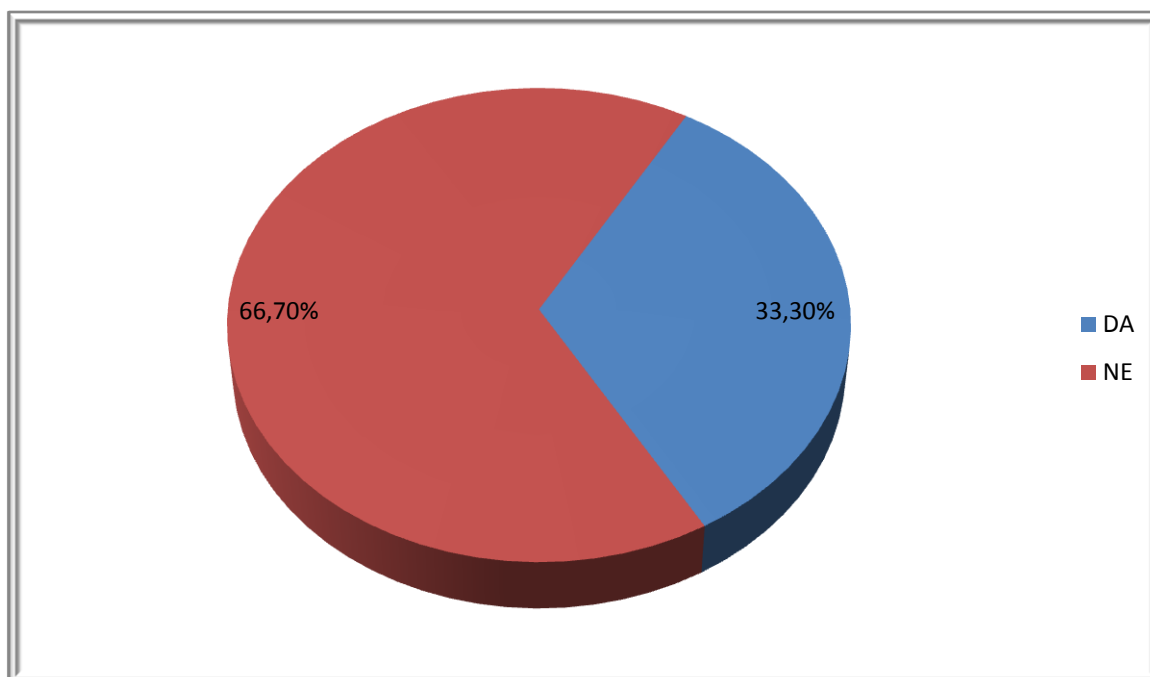


Grafikon 9. Dobna skupina osoba koje su ispunile anketu

Izvor: vlastito istraživanje

Po dobivenim rezultatima vidljivo je da je anketu ispunila ciljana skupina za koga je bila i namijenjena, dakle osobe čija je dob u intervalu od 18 do 24 godine (58,3 %) i od 25 do 24 godine (37,5 %), a tek 4,2 % ispitanika spada u interval od 35 do 65 godina. Iz zadnjeg intervala može se dobiti zaključak o tome kako starija populacija gleda na nove stvari i kako se zapravo osobe čija se dob nalazi u ovom intervalu jako teško prilagođavaju na nove tehnologije te na novitete općenito.

Grafikon 11. prikazuje nam koliko je ispitanika do sada upoznato s pojmom IoT.

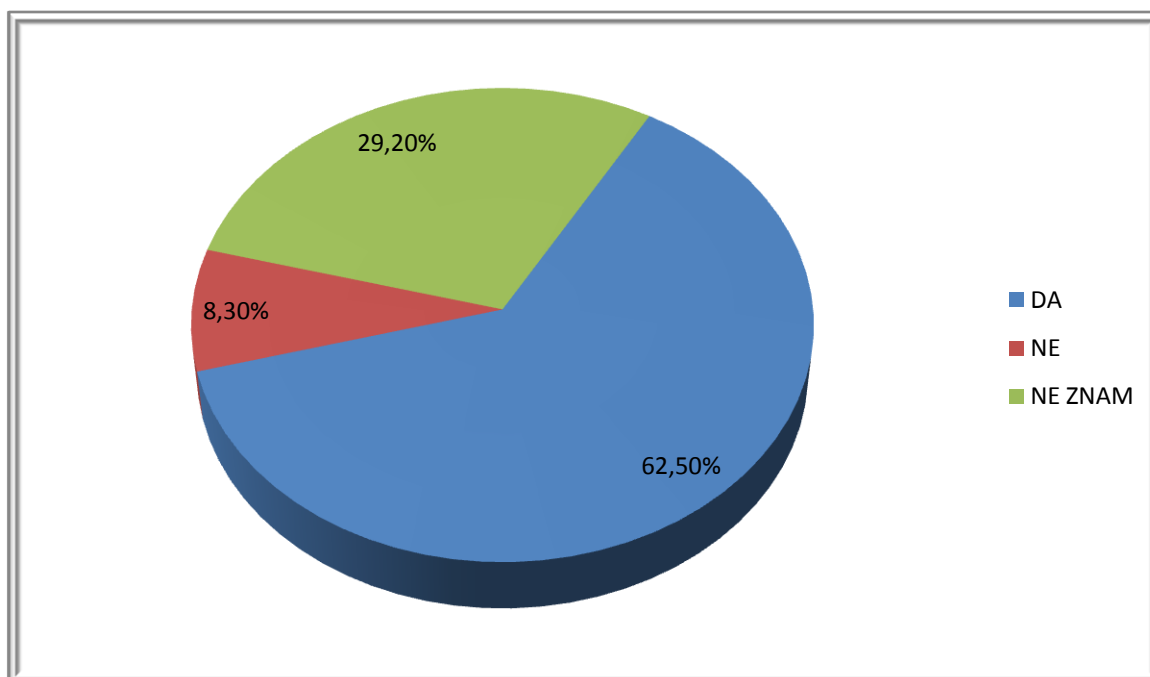


Grafikon 10. Rezultati odgovora na pitanje o poznavanju pojma *Internet of Things*

Izvor: vlastito istraživanje

Prema dobivenim postotcima dobivenim u gornjem grafikonu vidljivo je da je 33,3 % ispitanika čulo za pojam IoT i prije ispunjavanja ove ankete, dok je postotak ispitanika koji nikada nisu čuli za taj pojam nešto veći, a on iznosi 66,7 %. Po tome se može zaključiti da koncept IoT još uvijek nije u potpunosti zaživio, barem ne u Hrvatskoj.

Grafikon 12. prikazuje vrijednosti u postotcima odgovora na pitanje da li ispitanik smatra da mu koncept IoT kao pojedincu može pomoći u svakodnevnom životu.

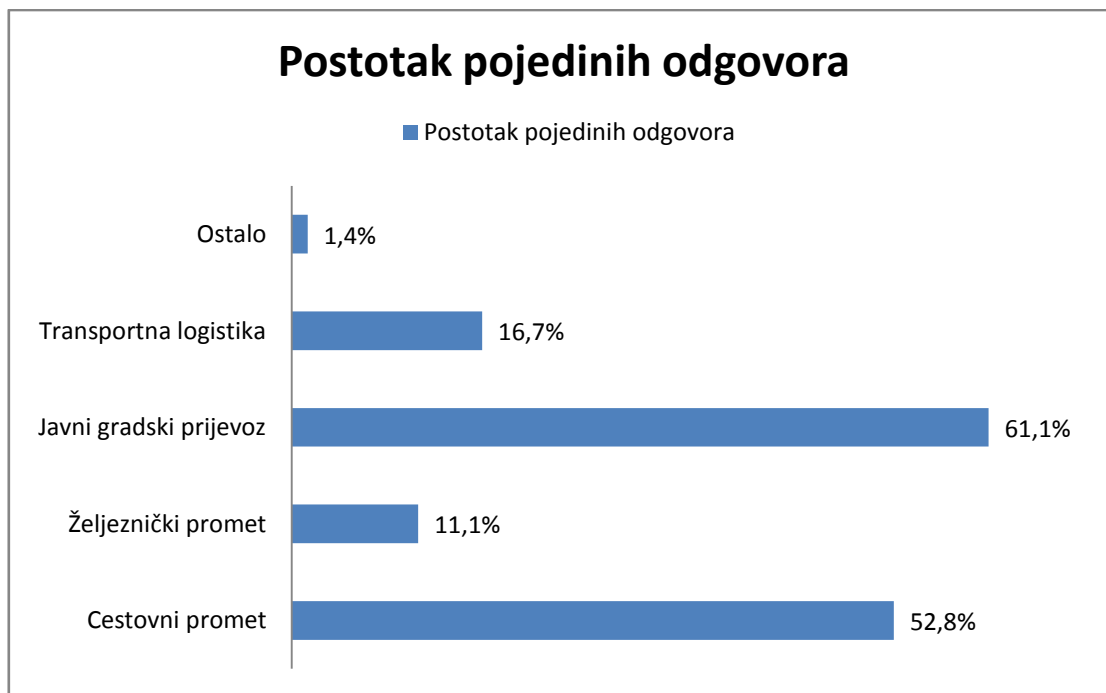


Grafikon 11. Korisnost koncepta IoT prema ispitanicima

Izvor: vlastito istraživanje

Najveći broj ispitanika svjestan je prednosti koje sa sobom donosi koncept IoT (62,5 %), te od kolike je važnosti za budući razvoj tehnologije i prilagođavanje samog koncepta npr. u Hrvatskoj. Nešto manji broj ispitanika izjasnilo se da ne zna da li je koncept IoT od pomoći (29,2 %). Ispitanici koji spadaju u ovu grupu možda i dalje nisu dovoljno informirani o tome što je zapravo IoT i na koji način funkcionira. Najmanji postotak ispitanika smatra da IoT koncept ne može pomoći pojedincu u svakodnevnom životu, odnosno smatra IoT koncept nečim u što se ne isplati ulagati vrijeme i novac, jer nisu svjesni prednosti koje IoT unosi u tehnologiju i svakodnevni život čovjeka, ne samo u prometu i transportu, nego i u ostalim znanstvenim područjima kao što je medicina, geodezija, informatika i sl.

Grafikon 13. daje grafički prikaz odgovora na pitanje u kojem dijelu tehnologije prometa i transporta ispitanik smatra da je IoT koncept najpotrebniji, odnosno, u kojem segmentu bi njegova primjena bila najefikasnija.

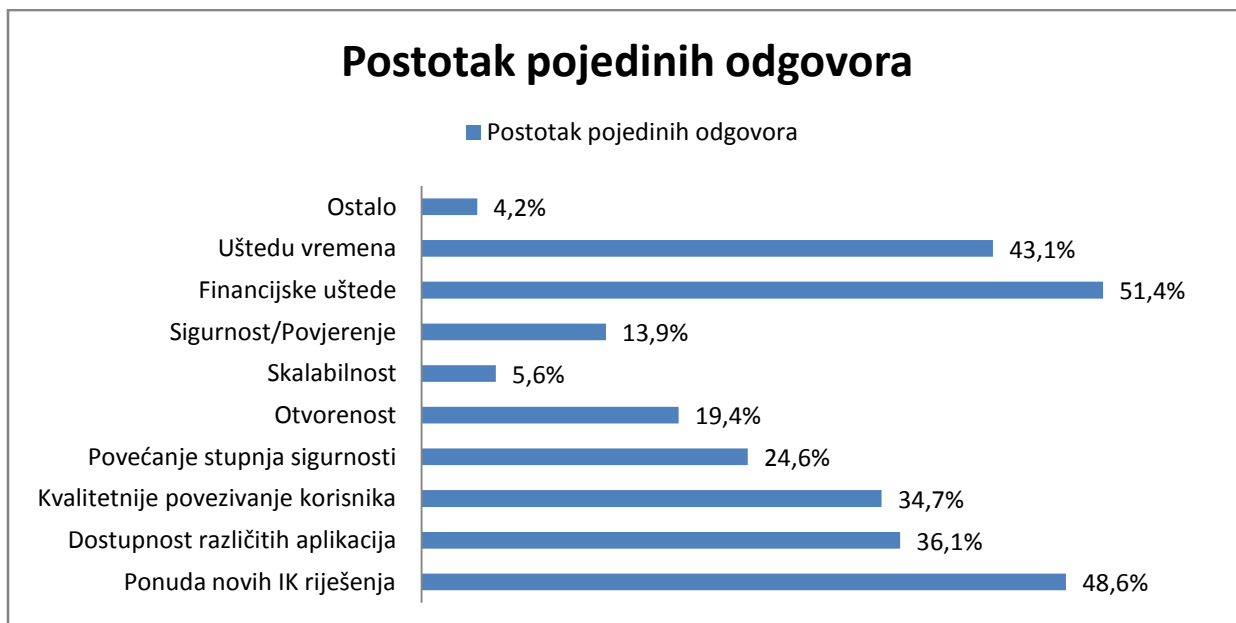


Grafikon 12. Potreba za IoT konceptom u pojedinim područjima

Izvor: vlastito istraživanje

Najveći postotak ispitanika smatra da je IoT koncept najkorisniji u javnom gradskom prijevozu (61,1 %), koji se odnosi na javne autobusne linije i tramvaje. Nešto manji postotak ispitanika (52,8 %) smatra da je IoT koncept najbolje primijeniti u cestovnom prometu, koji se odnosi na autobusne linije, kamione, osobne automobile, motocikle i sl. da je koncept IoT koristan u transportnoj logistici (skladištenje, prijevoz robe i putnika) smatra 16,7 % posto ispitanika, u željezničkom prometu 11,1 %, a 1,4% ispitanika navelo je ostala područja kao odgovor. Iz navedenih rezultata može se zaključiti da većina ispitanika vidi problem u javnom gradskom prijevozu, odnosno smatra da je upravo javni gradski prijevoz područje koje se uz pomoć koncepta IoT može popraviti i dovesti do njegove bolje kvalitete i efikasnosti.

Grafikon 14. daje grafički prikaz prednosti koje ispitanici smatraju najvažnijima kod koncepta IoT.

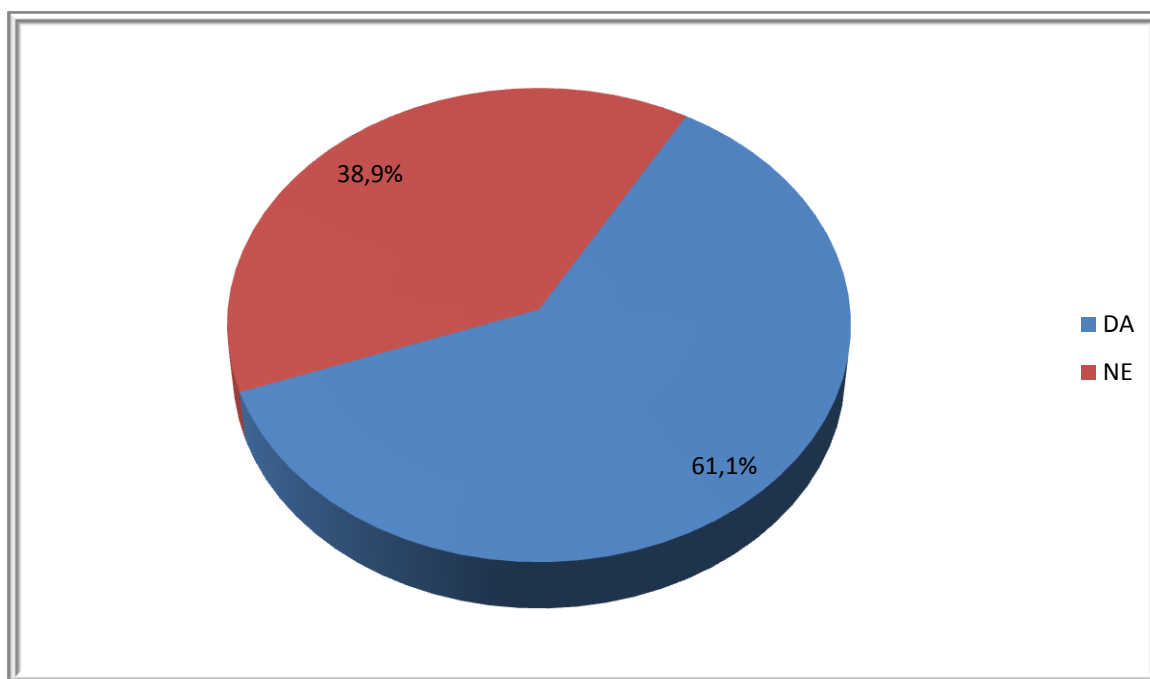


Grafikon 13. Prednosti koncepta IoT

Izvor: vlastito istraživanje

Financijska ušteda je prednost koja se pokazala kao najzastupljenija prednost kod ispitanika (51,4 %). Više od polovice ispitanih smatra da bi uštedjelo prilikom korištenja koncepta IoT u bilo kojem segmentu. Njih 48,6 % smatra da je ponuda novih IK rješenja najveća prednost samog koncepta, 43,1 % smatra da je to ušteda vremena, 36,1 % smatra dostupnost različitih aplikacija najvećom prednosti, kvalitetnije povezivanje korisnika 34,7 %, povećanje stupnja sigurnosti 24,6 %, otvorenost 19,4 %, sigurnost, odnosno povjerenje 13,9 %, skalabilnost 5,6 % i ostalo je navelo tek 4,2 % ispitanika. Prema dobivenim postotcima vidi se da najviše ispitanika teži financijskoj uštedi, novim IK rješenjima i uštedi vremena, dok najmanji dio razmišlja o sigurnosti i povjerenju, skalabilnosti i otvorenosti. Pomalo je zabrinjavajuća činjenica da je korisnicima nekog sustava općenito važnija financijska ušteda i ušteda vremena prije same sigurnosti sustava ili modela. Rezultat nije zabrinjavajući jedino ukoliko se sigurnost u ovom slučaju smatra kao povjerenje prema radu samog sustava, odnosno prema njegovoj ispravnosti i pouzdanosti.

Budući da je tema ovog diplomskog rada IoT koncept u službi sustava *carsharing*, ispitanici su također odgovarali i na pitanja o samom *carsharing* modelu, odnosno na pitanje da li su prije ove ankete ikada čuli za pojam *carsharing*.

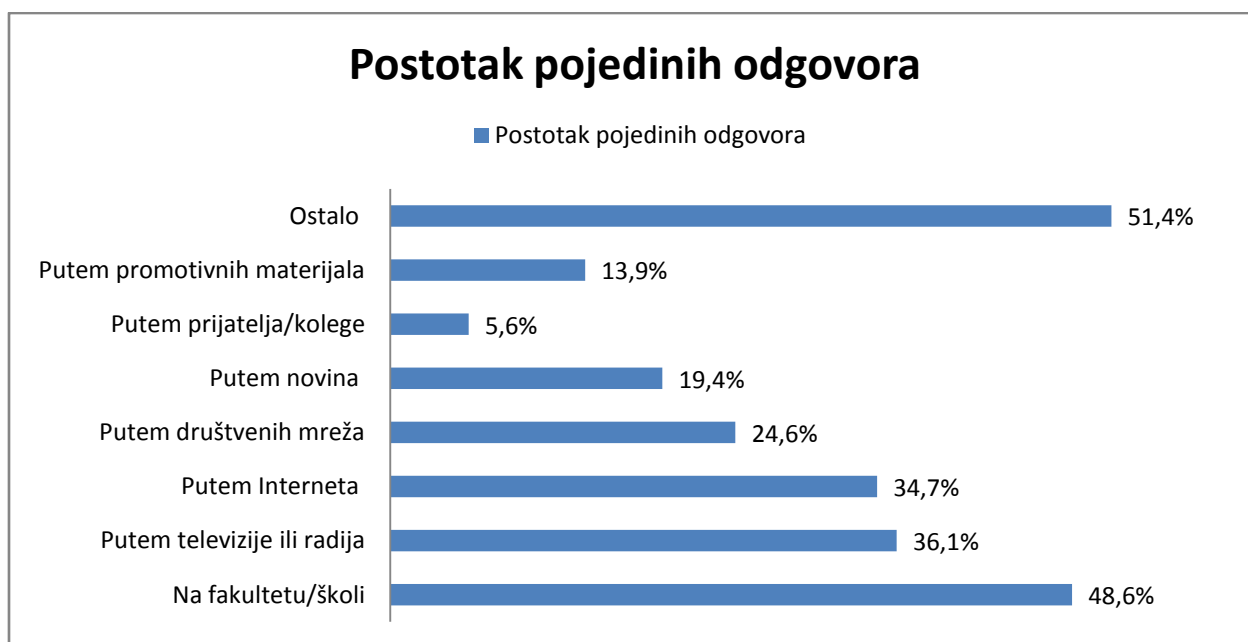


Grafikon 14. Poznavanje pojma *carharing* među ispitanicima

Izvor: vlastito istraživanje

Rezultati koji su prikazani na grafikonu 15. govore da je većina ispitanika čula za sam pojam, čak njih 61,1 %, dok njih 38,9 % nikada nije čulo za navedeni pojam. Rezultat je pomalo iznenađujući s obzirom da je anketa provedena na području Hrvatske gdje ne postoji niti jedan *carsharing* sustav, a svi modeli i tvrtke koje su se s takvim sustavom pokušali probiti na tržište i pridobiti korisnike, to nisu uspjeli iz razloga koji su navedeni ranije u ovom radu.

Budući da je više od polovice ispitanika na ovo pitanje odgovorila pozitivno, grafikon 16. prikazuje gdje su ispitanici čuli za navedeni pojam.

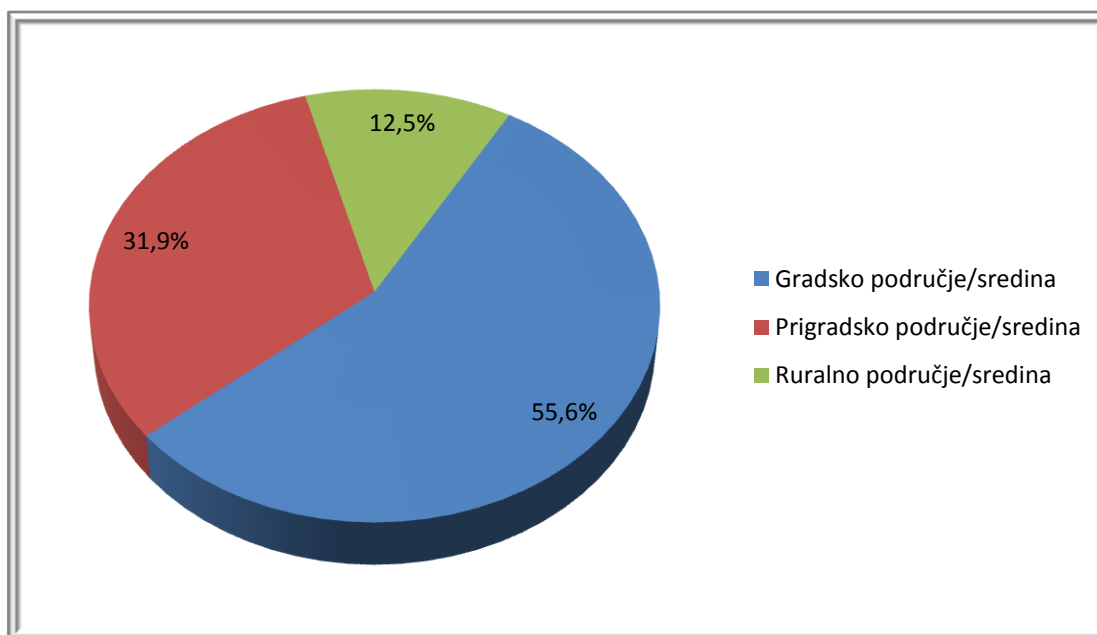


Grafikon 15. Načini na koji su ispitanici čuli za pojam *carsharing*

Izvor: vlastito istraživanje

51,4 % ispitanika navelo je da je za pojam *carsharing* čulo u ostalim medijima, odnosno nekim drugim putem koji nije ponuđen kao odgovor na ovo pitanje. Njih 48,6% za *carsharing* je čulo na fakultetu ili u školi, zatim njih 36,1 % putem televizije ili radija, putem interneta informirano je 34,7 %, putem društvenih mreža 24,6 %, putem novina 19,4%, putem promotivnih materijala (letaka i sl.) 13,9 %, i putem prijatelja ili kolege 5,6%. Očekivani odgovori s najvećim postotkom na ovo pitanje s obzirom na ciljanu skupinu ispitanika bili su Internet i društvene mreže, no ipak je vidljivo da je više od polovice ispitanika kao svoj odgovor označilo ostalo, odnosno medij koji nije naveden.

Grafikon 17. prikazuje u kojem području žive ispitanici provedene ankete što je vrlo važno za budući razvoj navedenog modela, jer *carsharing* model, odnosno sustav nije potreban u ruralnim područjima, odnosno uglavnom je neisplativ i neefikasan.

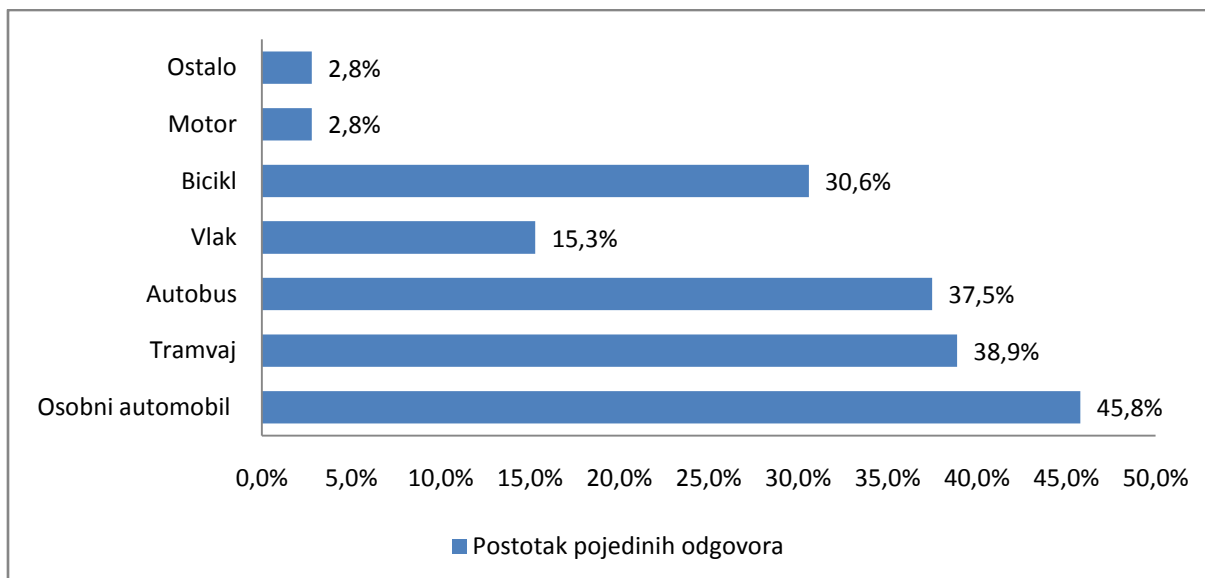


Grafikon 16. Područje stanovanja ispitanika

Izvor: vlastito istraživanje

U gradskom području živi 55,6 % ispitanika, dakle više od pola što je i očekivani rezultat s obzirom da je anketa provedena velikom većinom na području grada Zagreba. U prigradskom području živi 31,9 % ispitanika, a u ruralnom 12,5 % ispitanika. Ovaj postotak je dao potpuno očekivane rezultate.

Grafikon 18. prikazuje odgovore na pitanja o prijevoznim sredstvima koje ispitanici najčešće koriste.

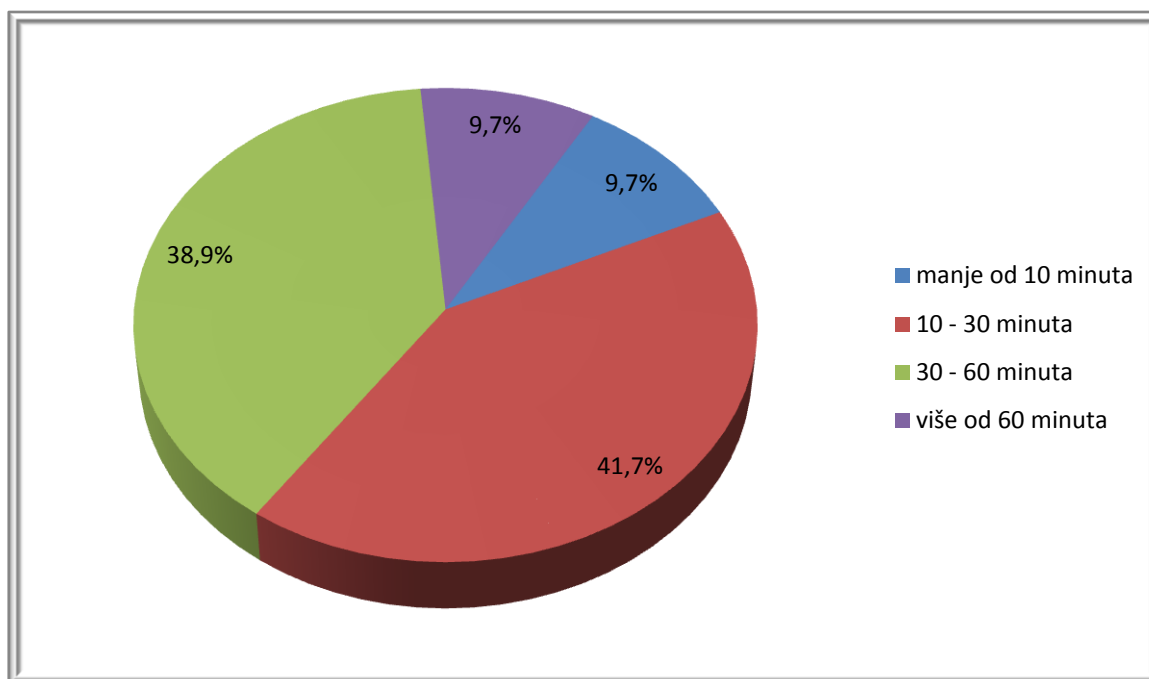


Grafikon 17. Najčešća prijevozna sredstva korištena od strane ispitanika

Izvor: vlastito istraživanje

Osobni automobil koristi 45,8 % ispitanika što je pomalo očekivan rezultat s obzirom na zagušenja u prometu u velikim gradovima, emisijama CO₂ i ostalih štetnih tvari u atmosferu, potrošnju goriva i financijske gubitke. Tramvaj koristi 38,9 % ispitanika, što je također očekivani rezultat s obzirom na mjesto provođenja ankete i s obzirom na tramvajsku mrežu u gradu Zagrebu te dobru povezanost. Autobusne linije koristi nešto manje ispitanika nego tramvaj, 37,5 %, s obzirom da tramvajska mreža nije pogodna za kretanje svim područjima u gradu, odnosno postavljanje i održavanje same infrastrukture za takav pothvat je skupa investicija. Bicikl kao prijevozno sredstvo koristi 30,6 % ispitanika što se smatra dosta dobrom postotkom s obzirom na to da bicikl ne emitira štetne tvari u atmosferu, pogoduje zdravlju ljudskog organizma i ne stvara zagušenja u prometu. 2,8 % korisnika kao odgovor dalo je motor i ostalo.

Grafikon 19. sadrži vremenske intervale, odnosno vremenske udaljenosti svakodnevnog kretanja ispitanika.

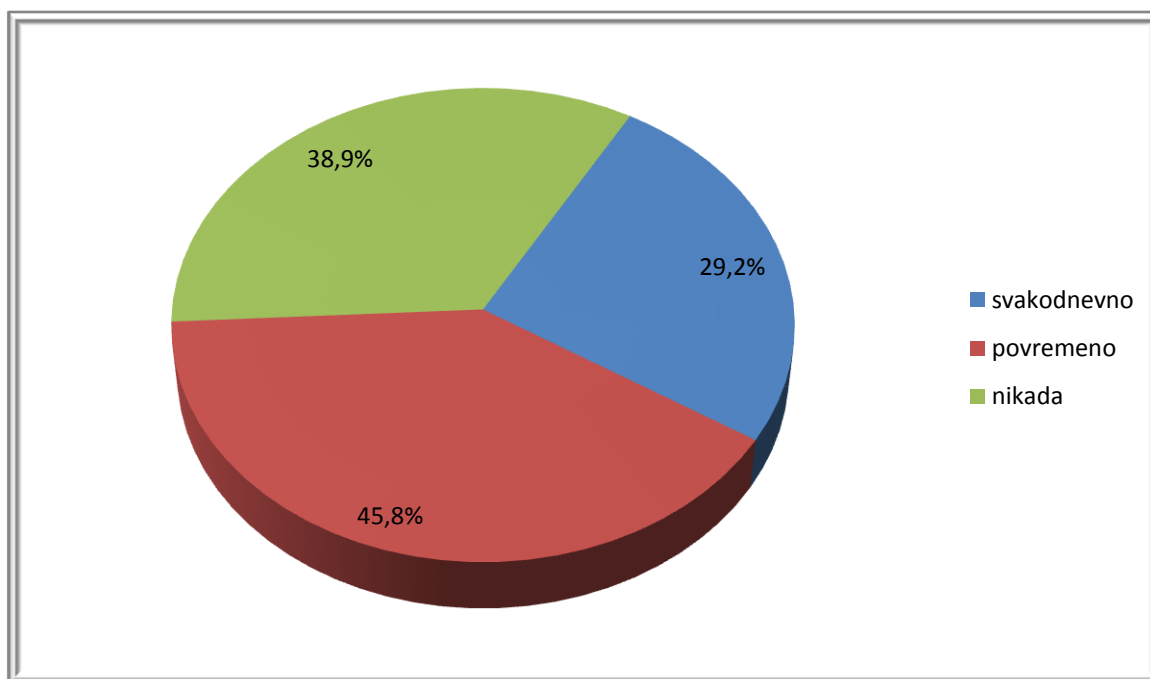


Grafikon 18. Vremensko trajanje putovanja

Izvor: vlastito istraživanje

Najveći broj ispitanika do posla ili fakulteta putuje u vremenskom intervalu od 10 do 30 minuta (41,7 %), a u vremenski interval od 30 do 60 minuta pripada 38,9% ispitanika. 9,7 % ispitanika ima ili manje od 10 minuta ili više od 60 minuta do posla ili fakulteta. Ovaj podatak je važan iz razloga što model *carsharing* neće koristiti osoba koja ima do posla ili fakulteta manje od 10 minuta, zato što će više vremena izgubiti na rezervaciju vozila i putovanje do samog terminala za vozilo nego da stigne na svoje odredište. Navedeni model koristi se na većim udaljenostima.

Grafikon 20. prikazuje svakodnevno korištenje osobnog automobila od strane ispitanika provedene ankete.

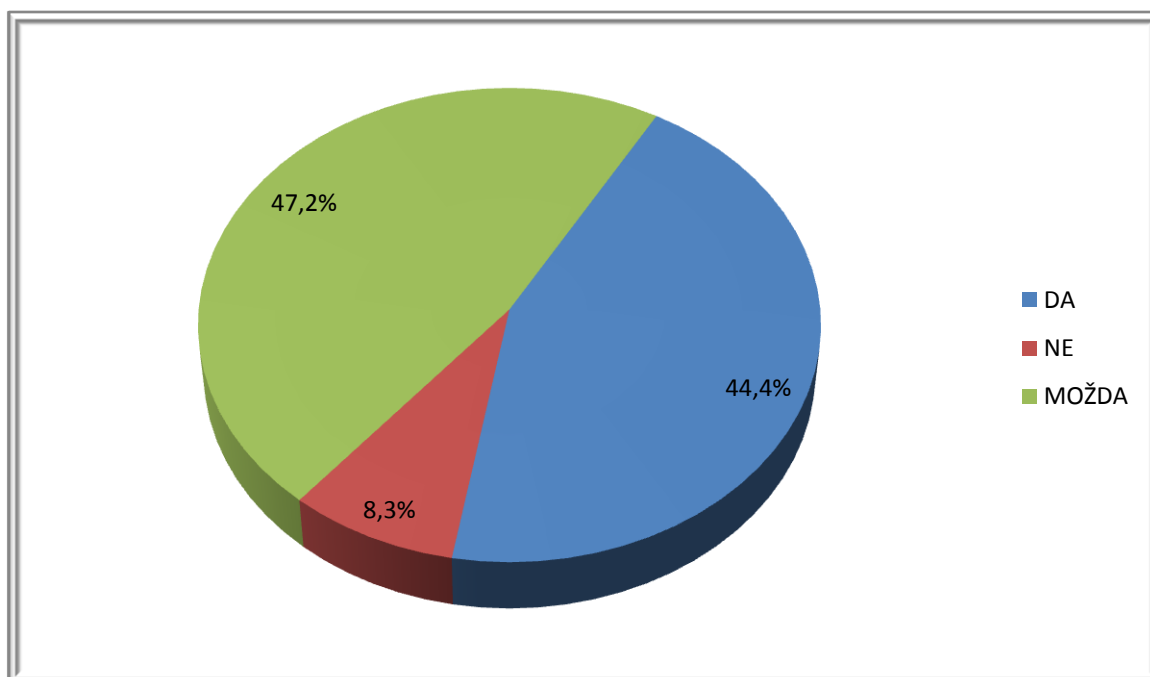


Grafikon 19. Učestalost korištenja osobnog automobila

Izvor: vlastito istraživanje

Najviše ispitanih (45,8 %) osobni automobil koristi povremeno, 29,2 % ispitanika svakodnevno koristi automobil, a njih 38,9 % nikada. Pretpostavka je da ispitanici koji nikada ne koriste osobni automobil koriste javni gradski prijevoz iz više razloga; ili ne posjeduju vlastiti automobil ili javni gradski prijevoz smatraju jeftinijim i boljim načinom prijevoza.

Ispitanici su kroz anketu do ovog pitanja već upoznati s oba pojma (*carsharing* i koncept IoT), s njihovim prednostima i mogućnostima, stoga grafikon 21. predstavlja grafički prikaz ispitanika koji su zainteresirani za korištenje *carsharing* modela, odnosno sustava ukoliko bi se on pojavio i zaživio jednog dana u Hrvatskoj.

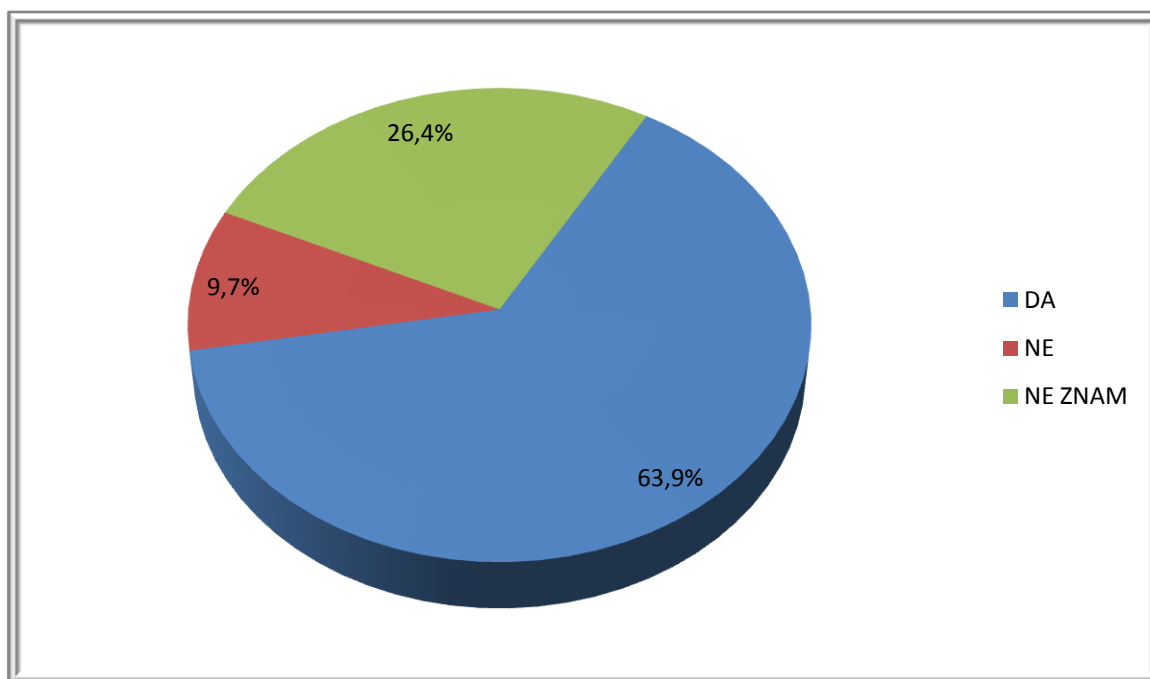


Grafikon 20. Zainteresiranost za korištenje *carsharing* sustava

Izvor: vlastito istraživanje

47,2 % ispitanika smatra da bi možda koristilo *carsharing* sustav, što je ujedno i najveći postotak odgovora na ovo pitanje. Pretpostavlja se da većina ispitanih nije još u potpunosti sigurna da li bi taj sustav koristila budući da ga nigdje nije imala priliku isprobati. Njih 44,4 % se izjasnilo da bi koristilo sustav ukoliko bi postojao na prostorima Hrvatske, a samo 8,3 % ispitanih tvrdi da ne bi koristilo sustav.

Grafikon 22. prikazuje odgovore na pitanje da li ispitanici smatraju da bi postigli financijske uštede korištenjem *carsharing* modela.

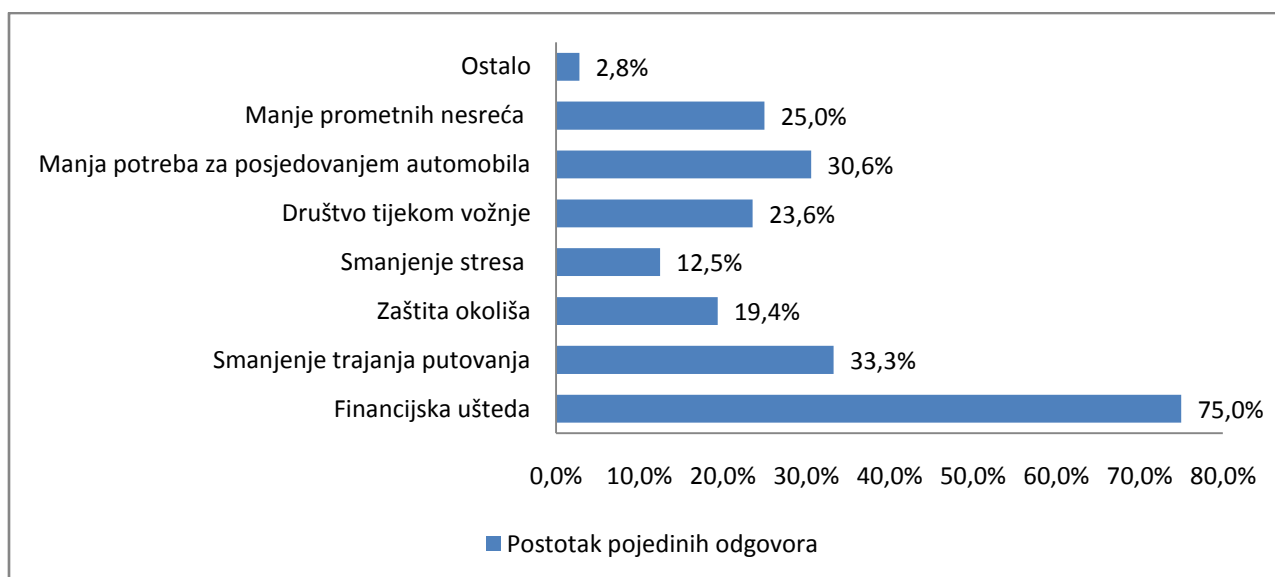


Grafikon 21. Postizanje financijske uštede korištenjem sustava

Izvor: vlastito istraživanje

Više od polovice ispitanih (63,9 %) smatra da korištenjem modela može postići značajne financijske uštede, njih 26,4 % ne zna, odnosno nije sigurno, a njih tek 9,7 % smatra da ne može postići financijske uštede, odnosno da ne može smanjiti svoju potrošnju s financijskog aspekta. Iz grafikona 22. vidljivo je da je više od polovice ispitanika svjesno prednosti koje donosi model *carsharing*, jer svakog pojedinca najprije zanima financijska ušteda, odnosno koliko bi koštalo korištenje nečeg novog u odnosu na staro.

Grafikon 23. prikazuje razloge zbog kojih bi pojedinci bili spremni koristiti *carsharing* sustav.

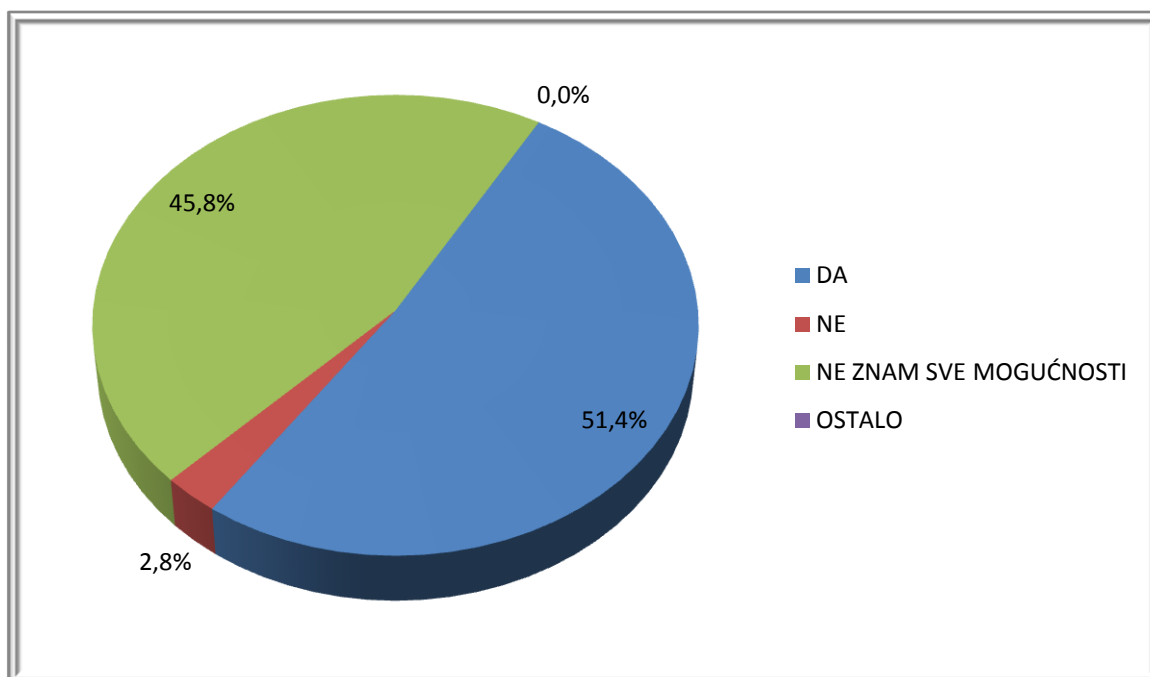


Grafikon 22. Razlozi korištenja *carsharing* sustava

Izvor: vlastito istraživanje

Kao što je vidljivo iz grafikona 23., financijska ušteda je ponovno segment kojim je povedeno najviše ispitanika, u ovom slučaju njih čak 75 % koristilo bi *carsharing* sustav upravo iz tog razloga. 33,3 % ispitanika kao glavni razlog navelo je vremenske uštede, manju potrebu za posjedovanjem automobila navelo je 30,6 % ispitanih, manje prometnih nesreća navelo je 25 % ispitanih, društvo tijekom vožnje navelo je 23,6 %, zaštitu okoliša navelo je 19,4 %, smanjenje stresa navelo je 12,5 %, a 2,8 % navelo je ostale razloge koji nisu u ponuđenim odgovorima. Također i iz grafikona 23. je vidljivo da su u prednosti financijska ušteda i ušteda vremena, dok su zaštita okoliša i smanjenje stresa među zadnjim razlozima zašto bi netko koristio sustav *carsharing*.

Slijedeće pitanje odnosi se na koncept IoT, odnosno na koncept IoT kao koristan segment u drugim područjima. Ispitanici su odgovorili na pitanje da li bi koncept IoT koristili i u drugim područjima, a rezultat je prikazan na grafikonu 24.

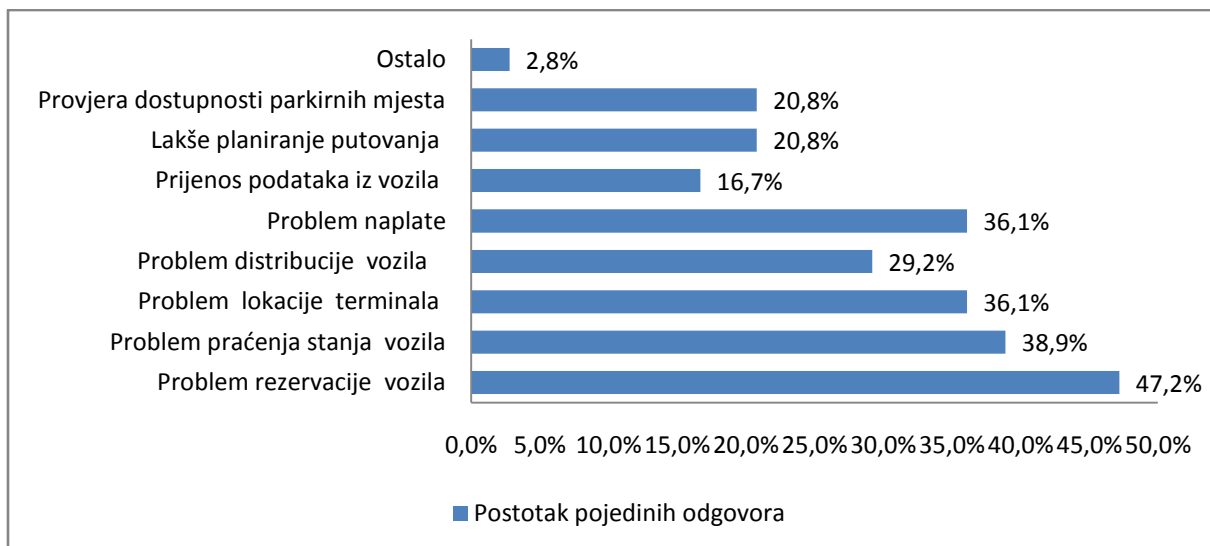


Grafikon 23. Spremnost korištenja sustava u drugim područjima

Izvor: vlastito istraživanje

51,4 % ispitanih koristilo bi koncept IoT i u drugim područjima, njih čak 45,8 % navelo je da ne zna sve mogućnosti, odnosno da nije dovoljno upoznato sa samim konceptom kako bi na temelju tih informacija moglo donijeti relevantnu odluku. Njih 2,8 % smatra da ne bi koristilo IoT u drugim područjima, te ni jedan ispitanik nije ostalo naveo kao odgovor. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da više od pola korisnika želi isprobati IoT koncept u drugim područjima. Pretpostavka je da je postotak tako visok zato što su ispitanici dovoljno informirani o ovom konceptu i smatraju da u njemu prevladavaju njegove prednosti, a da su mane ipak zanemarive u odnosu na ono što koncept sa sobom donosi.

Svaki sustav ili model ima i određene nedostatke, ne postoji sustav koji ih nema. U slijedećem pitanju bilo je potrebno navesti moguće nedostatke prilikom korištenja *carsharing* sustava, a koje je moguće smanjiti primjenom IoT koncepta (grafikon 25.).

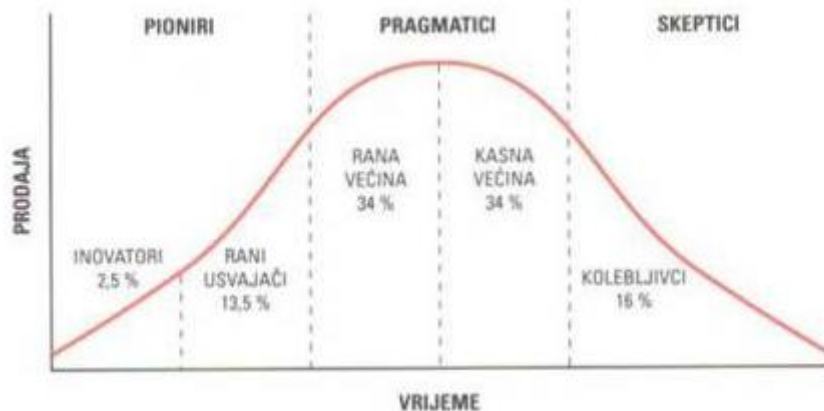


Grafikon 24. Nedostaci *carsharing* modela koji bi se primjenom koncepta IoT smanjili

Izvor: vlastito istraživanje

Većina ispitanika smatra najvećim problemom problem rezervacije vozila (47,2 %), što je prikazano grafikonom 25. Problem praćenja stanja vozila smatra 38,9 %, problem lokacije terminala i problem naplate navodi 36,1 % ispitanih, problem distribucije vozila 29,2 %, prijenos podataka iz vozila do centrale i obrnuto 16,7 %, lakše planiranje putovanja i provjera dostupnosti parkirnih mjesta navodi 20,8 % ispitanih, a ostalo navodi 2,8 %. iz navedenog grafikona može se zaključiti da sve tehnologije koje su bazirane na nekakvim bežičnim tehnologijama stvaraju nepovjerenje kod korisnika, odnosno ono što je nevidljivo i neopipljivo kod pojedinaca stvara osjećaj straha i nelagode od korištenja istog.

Kao zaključak ovog istraživanja može se navesti nedovoljna informiranost ciljane skupine anketiranih, odnosno općenito populacije o novim naprednim tehnologijama. Prema pojedinim odgovorima na pitanja iz ankete, vidljivo je da nekolicina ispitanih ima određen stupanj nepovjerenja prema novim mogućnostima koje pruža informacijsko-komunikacijska tehnologija. Moglo bi se reći da se ispitanici koji su sudjelovali u ovoj anketi mogu preslikati na s-krivulju, odnosno na segmentaciju korisnika koja je prikazana na slici 8.



Slika 7. Prikaz segmentacije korisnika S-krivuljom

Inovatori su oni korisnici koji su motivirani idejom promjene. Rješenja gledaju u vidu napravi/promijeni, te su voljni biti alfa/beta tester. Tolerantni su na inicijalne probleme i zbog toga obično postaju prvi korisnici novih usluga na tržištu. Njihova važnost je u tome što su oni prijelaz prema sljedećoj kategoriji korisnika, a to su rani usvajatelji koji lako usvajaju nove usluge i nisu osjetljivi na cijenu te usluge. Traže prilagođena rješenja i tehničku podršku. Rana većina prihvaća evoluciju usluga, ali ne vole poremećaje u poslovanju. Žele dokazane aplikacije, pouzdane usluge i zato usluge koriste temeljem preporuke.

Kasna većina ne prihvaća rizik i ne prihvaća tehnologiju, osjetljivi su na cijenu, traže izrazito provjerene usluge, te su im bitni pouzdani savjeti o usluzi. Temeljem rezultata ove ankete vidljivo je da velik broj ispitanika pripada upravo ovoj skupini, što je vidljivo i na krivulji iznad. Usporeni usvajatelji, odnosno kolebljivci ne žele mijenjati situaciju kojoj se trenutno nalaze, tehnologija je prepreka za poslovanje, koriste uslugu samo u slučaju da je alternativa lošija. Prema provedenom istraživanju, ovakvih ispitanika je bilo najmanje, s obzirom da je ciljana skupina bila mlađa populacija, a u ovu skupinu korisnika obično pripada starija skupina korisnika.

Glavna segmentacija korisnika može se podijeliti i na pionire (inovatore), pragmatike (rana i kasna većina) te skeptike (kolebljivci).

8. ZAKLJUČAK

Razvoj tehnologije, te razvoj i istraživanja koncepta IoT omogućuju njegovu primjenu na raznim područjima u cilju olakšavanja i pojednostavljenja života korisnika. U takvoj situaciji iskristalizirala se i ideja o primjeni ovog koncepta kao pomoći u svakodnevnom životu, kako u vlastitom domu, tako i u prometu i logistici. Koncept IoT definiran je kao sinergija radio frekvencijske identifikacije (RFID), infracrvenih senzora, laserskih skenera i ostalih informacijskih uređaja koji prema dogovorenom (standardiziranom) protokolu, spojeni na Internet, razmjenjuju informacije i komuniciraju u svrhu postizanja inteligentnog identificiranja, lociranja, praćenja, nadzora i upravljanja mrežom. To je koncept kojem je izravna svrha pridonijeti kvaliteti života građana.

Carsharing programi uključuju sljedeće: organizirani prijevoz skupine sudionika, rezervacija vozila unaprijed, najam vozila za kratko vrijeme i pristup vozilu cijeli dan. *Carsharing* treba promatrati kao prijevoznu alternativu i moguće rješenje koje mijenja svijet i pogled na sam prijevoz kroz rastuće gospodarstvo i porast stanovništva, čime se povećava potreba za putovanjima i mobilnošću. Nadalje, postoji potreba za znatnom uštedom troškova. Danas postoji nekoliko različitih *carsharing* modela, a to su *carsharing*, multi - čvorne zajedničke uporabe vozila i stajališta za *carsharing* vozila. *Carsharing* modeli prijevoza rastu u cijelom svijetu, a glavne regije u kojima se koristiti *carsharing* su Zapadna Europa i Sjeverna Amerika. Ostale regije u svijetu također pokazuju interes, iako je taj interes znatno veći nego u Europi i Sjevernoj Americi, a ukupni brojevi korisnika su još uvijek mali i nisu dovoljni za efikasno korištenje sustava.

Carsharing se pojavljuje kao dodatni posao i prilika je za proizvođače automobila širom svijeta, koji će im pomoći u zadržavanju kupaca i postizanju dugoročnih ciljeva. Uz to, *carsharing* potencijal u svijetu treba promatrati kao alternativu ili dodatak osobnom vozilu jer omogućuje potencijalnim korisnicima pristupačne opcije za prijevoz. U Republici Hrvatskoj do sada je bilo prisutno par inicijativa, međutim niti jedna od njih nije doživjela implementaciju. Najveći potencijal *carsharinga* u Hrvatskoj povezan je s turistima i poslovnim ljudima koji dolaze u Hrvatsku bez osobnih automobila. *Carsharing* im daje punu mobilnosti i izvrsna je alternativa javnom prijevozu. Daljnja istraživanja trebala bi se provoditi u cilju kako bi

se potvrdio mogući potencijal *carsharing* sustava u Hrvatskoj kao alternativnog načina prijevoza za turiste i kao dobra poslovna prilika za različite ulagače, navedeno je istraženo putem ankete koja je prikazana i obrađena u poglavlju 7.

Prema rezultatima provedenog istraživanja na uzorku od 73 ispitanika, dolazi se do zaključka da Hrvatska kao srednje razvijena zemlja još uvijek nije u potpunosti spremna na ovakav ili sličan sustav. Razlog tome je što većina građana, odnosno državljana još uvijek ne razumije u potpunosti na koji način radi sustav i koje prednosti donosi. Unatoč velikom broju medija koji su danas dostupni gotovo u bilo kojem obliku, malo je onih koje doista zanima napredak i razvoj zemlje ovoga tipa, zbog toga što Hrvatska kao država mora riješiti brojna pitanja koja se tiču gospodarstva, razvoja i ostalih grana kako bi se mogla poistovjetiti s razvijenim i velikim europskim državama kao što su Velika Britanija, Francuska ili Njemačka.

Još jedan od razloga neprihvatanja sustava *carsharing* je to što je Hrvatska država u kojoj obitava pretežito staro stanovništvo koje prema segmentaciji korisnika uglavnom spada u skupinu kasnih ili usporenih usvojitelja novih usluga na tržištu. Iako je ciljana skupina na kojoj je provedeno istraživanje bila mlađa populacija (raspon godina starosti od 18 do 35), postoje i tri uzorka u kojem su sudjelovali ispitivači stariji od 35 godina koji daju upravo očekivani rezultat; ispitivači nisu bili upoznati s pojmovima, ne bi željeli koristiti sustav kada bi on postojao i ostali bi i dalje vjerni dosadašnjem načinu prijevoza bez obzira na prednosti sustava *carsharing*.

Prema prijašnjim relevantnim istraživanjima provedenim u Hrvatskoj, 2010. i 2012. godine, velika većina građana (aktivnog stanovništva) nije bila zainteresirana za *carsharing* sustav, jer nisu znali niti su bili upoznati s načinom na koji sustav funkcionira. Prema rezultatima vlastitog istraživanja stanje po pitanju prihvaćenosti građana se popravilo, iako još nije dovoljno velik interes da bi se prepoznao konkretni *carsharing* investitor. Istraživanje je provedeno velikom većinom na području grada Zagreba, a prema rezultatima istraživanja može se pretpostaviti da *carsharing* sustav ima potencijala za uvođenje i primjenu u gradu Zagrebu. Jedan od razloga je ukupan broj stanovnika, broj aktivnog stanovništva i dnevnih migracija koji su znatno veći u odnosu na druge hrvatske gradove.

Ispitanici provedene ankete prepoznali su moguće nedostatke i probleme *carsharing* sustava koje je moguće unaprijediti primjenom koncepta IoT. Navedeno

se odnosi na probleme rezervacije *carsharing* vozila, probleme praćenja stanja vozila, probleme prijenosa podataka iz vozila i druge. Implementacijom IoT koncepta u sustav *carsharing* izbjegli bi se mogući problemi do kojih može doći prilikom primjene sustava, a time bi se smanjilo i prisutno nepovjerenje budućih korisnika u pouzdanost *carsharing* sustava.

Većina ispitanika smatra najvećim nedostatkom sustava *carsharing*: problem rezervacije vozila (47,2 %), problem praćenja stanja *carsharing* vozila (38,9 %), problem lokacije terminala (stajališta) i problem naplate (36,1 %), problem distribucije vozila (29,2 %), prijenos podataka iz vozila do centrale i obrnuto (16,7 %) te lakše planiranje putovanja i provjera dostupnosti parkirnih mjesta (20,8 %).

Primjenom koncepta IoT sustav *carsharinga* bio bi pristupačniji, pouzdaniji i dostupniji za buduće korisnike, posebno za one koje možemo prema krivulji segmentacije korisnika, svrstati u grupu skeptika. Time bi se postiglo da što više korisnika zapravo koristi *carsharing* sustav, a da prilikom korištenja svoje putovanje može obaviti bez stresa, straha i napetosti.

LITERATURA

- [1]. Atzoria, L., Ierab, A., Morabito, G.: „*The Internet of Things: A survey*“, 2010.;
- [2]. D. Evans, „The Internet of Things, How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything“, 2011.;
- [3]. Tan, J., Koo, S.G.M.: „A Survey of Technologies in Internet of Things“, 2014.;
- [4]. Yang, Z. i suradnici: „Study and application on the architecture and key technologies for IOT“, 2011.;
- [5]. KuBo, Wuhan Vocational College of Software and Engineering: „The Research of IoT Based on RFID Technology“, 2014.;
- [6]. Nam, J., Park, J.H., Chung, J.M.: „Performance analysis of cooperative content delivery in wireless IoT networks“, 2014.;
- [7]. Kim, J., Lee, J.: „Cluster-Based Mobility Supporting WMN for IoT Networks“, 2012.;
- [8]. Xua, R., Shuang-Hua, Y., Li, P., Cao, J.: „IoT architecture design for 6LoWPAN enabled Federated Sensor Network“, 2014.;
- [9]. Chen, T.Y., Wei, H.W., Hsu N-i, Shih, W.K.: „A IoT Application of Safe Building in IPv6 Network Environment“, 2013.;
- [10]. McEwen, A., Cassimally, H.: „Designing the Internet of Things“, 2013.;
- [11]. Kos, A., Sedlar, U., Sterle, J., Volk, M., Bester, J., Bajec, M.: „Network monitoring applications based on IoT system“, 2013.;
- [12]. Internet-stranica: <http://www.compose-project.eu/>;
- [13]. D. Evans, „The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything,“ White Paper, Cisco, 2011.;
- [14]. Internet-stranica: http://www.iotsworldcongress.com/documents/4643185/0/IoT_IBSG_0411FI_NAL+Cisco.pdf;
- [15]. Internet-stranica: http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IoT-From%20Research%20and%20Innovation%20to%20Market%20Deployment_IERC_Cluster_eBook_978-87-93102-95-8_P.pdf;
- [16]. Internet-stranica: <http://www.verizon.com/about/news/verizon-expands-access-intelligent-transportation-options-verizon-auto-share/>;

- [17]. Internet-stranica: <http://qz.com/428116/the-electric-car-sharing-service-that-swept-through-paris-is-coming-to-london/>;
- [18]. Internet-stranica: <https://news.microsoft.com/2013/02/12/autolib-brings-intelligent-car-sharing-to-the-streets-of-paris-and-suburbs/>;
- [19]. Internet-stranica: <http://www.verizonenterprise.com/>;
- [20]. Grgurević, I.: Određivanje polazišnih lokacija putovanja zajedničkih vožnji osobnim vozilima u gradovima, doktorska disertacija, mentor prof. dr. sc. Zvonko Kavran, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2013.;
- [21]. Chih-Hsiang Lin, Ming-Kai Jiau and Shih-Chia Huang: A Cloud Computing, Framework for Real-Time Carpooling Services, IEEE International Conference on Data Mining and Intelligent Information Technology Applications (IEEE ICMIA2012), Taipei, Taiwan, 2012
- [22]. Chaudhry , N., M.S., Dale R. Thompson, P.E., Ph.D., Craig W. Thompson, Ph.D.:Department of Computer Science and Computer Engineering, University of Arkansas, December 8, 2005.;
- [23]. Moroni, A.: Use Cases and Future Challenges for Near Field Communication, INTECH Open Access Publisher, 2011.;
- [24]. Ashton, K.: "That 'Internet of Things' Thing. In the real world, things matter more than ideas." RFID Journal, Jun. 2009.
- [25]. Vermesan, O., Friess, P., Guillemin, P., Gusmeroli, S., Sundmaeker, H., Bassi, A., Jubert, I. S., Mazura, M., Harrison, M., Eisenhauer, M. et al., "Internet of things strategic research roadmap,";
- [26]. Tan, L. and Wang, N., "Future internet: The internet of things," in Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), 2010 3rd International Conference on, vol. 5, 2010, pp. V5–376–V5–380.
- [27]. Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., and Cayirci, E., "Wireless sensor networks: a survey," Computer networks, vol. 38, no. 4, pp. 393– 422, 2002.
- [28]. Podnar Zarko, I., Antonic, A., and Pripužic, K., "Publish/subscribe middleware for energy-efficient mobile crowdsensing," in Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication, ser. UbiComp '13 Adjunct. New York, NY, USA: ACM, 2013, pp. 1099–1110. Internet-stranica: <http://doi.acm.org/10.1145/2494091.2499577>

- [29]. Mainetti, L., Patrono, L., and Vilei A., "Evolution of wireless sensor networks towards the internet of things: A survey," in Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM), 2011 19th International Conference on, 2011, pp. 1–6.
- [30]. Chaqfeh, M. and Mohamed, N., "Challenges in middleware solutions for the internet of things," in Collaboration Technologies and Systems (CTS), 2012 International Conference on, 2012, pp. 21–26.
- [31]. Consortium, O.. Open Source Solution for the Internet of Things into the Cloud - OpenIoT. [Online]. Available: <http://www.openiot.eu/>
- [32]. Aberer, K., Hauswirth, M., and Salehi, A., "A middleware for fast and flexible sensor network deployment," in Proceedings of the 32nd international conference on Very large data bases, ser. VLDB '06. VLDB Endowment, 2006, pp. 1199–1202.
- [33]. Le-Phuoc, D., Quoc, H. N. M., Parreira, J. X., and Hauswirth, M., "The linked sensor middleware—connecting the real world and the semantic web," Proceedings of the Semantic Web Challenge, 2011.
- [34]. Internet-stranica: <http://www.iot-icore.eu/>
- [35]. Consortium, I.: Internet of Things at Work - IoT@Work. Internet-stranica: <http://www.iot-at-work.eu/>
- [36]. Commission, E.: Horizon 2020. Internet-stranica: <http://prezi.com/1fogw2zvbiek/horizon-2020-officialversion/>
- [37]. Internet-stranica: <http://www.antel.rs/images/sema-kuce-1024.jpg>
- [38]. Darianian, M. and Michael, M., "Smart home mobile rfid-based internetof-things systems and services," in Advanced Computer Theory and Engineering, 2008. ICACTE '08. International Conference on, 2008, pp. 116–120.
- [39]. Turcu, C., Gaitan, V.: "An internet of things-based distributed intelligent system with self-optimization for controlling traffic-light intersections," in Applied and Theoretical Electricity (ICATE), 2012 International Conference on, 2012, pp. 1–5.
- [40]. Zhou , Z.: "Application of internet of things in agriculture products supply chain management," in Control Engineering and Communication Technology (ICCECT), 2012 International Conference on, 2012, pp. 259–261.

- [41]. Jara, A., Zamora, M., and Skarmeta, A., "Knowledge acquisition and management architecture for mobile and personal health environments based on the internet of things," in Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom), 2012 IEEE 11th International Conference on, 2012, pp. 1811–1818
- [42]. Atzori, L., Iera, A., and Morabito, G., "The internet of things: A survey," *Comput. Netw.*, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, Oct. 2010.
- [43]. Carney, D., Çetintemel, U., Cherniack, M., Convey, C., Lee, S., G., Seidman, Stonebraker, M., Tatbul, N., and Zdonik, S., "Monitoring streams: a new class of data management applications," in Proceedings of the 28th international conference on Very Large Data Bases, ser. VLDB '02. VLDB Endowment, 2002, pp. 215–226.
- [44]. Gulisano, V., Jimenez-Peris, R., Patino-Martinez, M., and Valduriez, P., "Streamcloud: A large scale data streaming system," in Distributed Computing Systems (ICDCS), 2010 IEEE 30th International Conference on, 2010, pp. 126–137.
- [45]. Abadi, D. J., Ahmad, Y., Balazinska, M., Cetintemel, U., Cherniack, Hwang, M., J., Lindner, W., Maskey, A., Rasin, A., Ryvkina, E. et al., "The design of the borealis stream processing engine." in CIDR, vol. 5, 2005, pp. 277–289
- [46]. Li, M., Ye, F., Kim, M., Chen, H., and Lei, H., "A scalable and elastic publish/subscribe service," in Parallel Distributed Processing Symposium (IPDPS), 2011 IEEE International, 2011, pp. 1254–1265.
- [47]. Sadoghi, M. and Jacobsen, H., "Be-tree: an index structure to efficiently match boolean expressions over high-dimensional discrete space," in Proceedings of the 2011 ACM SIGMOD International Conference on Management of data, ser. SIGMOD '11. New York, NY, USA: ACM, 2011, pp. 637–648.
- [48]. Internet-stranica:
https://www.fer.hr/download/repository/KDI_Antonic_Aleksandar.pdf
- [49]. Erceg, A., "Carsharing situation in Croatia," *Ekonomski vjesnik*, godina XXVII. Br. 1/2014.,

POPIS KRATICA I AKRONIMA

Kratika	Engleski naziv	Objašnjenje
IP	Internet Protocol	Mrežni protokol za prijenos podataka kojeg koriste izvorišna i odredišna računala za uspostavu podatkovne komunikacije preko računalne mreže.
RFID	Radio Frequency Identification	Radio Frequency Identification-tehnologija koja koristi radio frekvenciju kako bi se razmjenjivale informacije između prijenosnih uređaja/memorija i host računala. RFID sustav obično se sastoji od Taga/Labele/ koja sadrži podatke, antena koja komunicira s tagovima, i kontroler koji upravlja i nadzire komunikacijom između antene i računala.
CEO	Chief Executive Office	Izvršni direktor
ICS	International Classification for Standards	Međunarodni sustav klasifikacije za tehničke standarde
EK	Europska komisija	Izvršno tijelo EU-a i zastupa interese Europske unije kao cjeline, a ne interese pojedinih država.
GPS	Global Positioning System	Mreža satelita koja kontinuirano odašilje kodirane informacije, s pomoću kojih je omogućeno precizno određivanje položaja na Zemlji.
TCP	Transmission Control Protocol	Jedan od osnovnih protokola unutar IP grupe protokola.

SRA	Solicitors Regulation Authority	Regulatorna agencija za Škotsku i Wales
SLA	service-level agreement	Dio ugovora o uslugama, gdje je usluga službeno definirana. Posebni aspekti usluge (opseg, kvaliteta, odgovornost) dogovaraju se između davatelja usluga i korisnika usluga.
M2M	Machine-to-Machine	Automatski prijenos i razmjena podataka između uređaja, strojeva ili aplikacija raznih namjena kao što su vozila, alarmni sistemi ili samouslužni aparati
WIFI	Wireless Fidelity	Skraćenica za bežični internet. Wifi danas omogućuje komunikaciju više uređaja po ovom vrlo rasprostranjenom standardu.
LF	Low Frequency	Duljina vala između 1 i 10 km.
UHF	Ultra High Frequency	Mikrovalovi, duljine 1 dm do 10 dm.
EPC	Evolved Packet Core	Pruža pristup prema vanjskim podatkovnim mrežama
NFC	Near Field Communication	Označava skupinu standarda za pametne telefone i slične uređaje koji omogućuju povezivanje takvih uređaja uz pomoć radio-valova na vrlo malim udaljenostima (teoretski do 20 cm, ali praktično ne više od 5 cm).
ITU	International Telecommunication Union	Međunarodna telekomunikacijska unija
WWW	World Wide Web	Jedna od najkorištenijih usluga Interneta koja omogućava dohvaćanje

		hipertekstualnih dokumenata, prevodi se kao izraz "svjetska mreža".
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Institut za električno i elektroničko inženjerstvo
GSM	Global System for Mobile Communications	Označava podatkovnu mrežu koja pokriva veće zemljopisno područje: gradove, države ili kontinente
WAN	Wide Area Network	Pokriva relativno veliku geografsku površinu, najpoznatija WAN mreža je upravo Internet.
V2V	Vehicle to Vehicle	Komunikacija između dva vozila
ITS	Intelligence Transport Systems	Inteligentni transportni sustavi
IERC	International Energy Research Centre	Centar za energetska inovativna istraživanja u Irskoj

POPIS SLIKA, GRAFIKONA I TABLICA

Popis slika

Slika 1. Princip rada RFID tehnologije [22]	29
Slika 2. Princip rada NFC tehnologije	30
Slika 4. <i>Carsharing</i> u relaciji s drugim modelima transporta i prometa [49]	49
Slika 5. Alternativni modeli [47].....	50
Slika 6. Različiti <i>carsharing</i> modeli [49]	51
Slika 7. Ključne <i>carsharing</i> organizacije u Europi [49]	54
Slika 8. Prikaz segmentacije korisnika S-krivuljom	77

Popis grafikona

Grafikon 1. Rezultati IERC istraživanja [12].....	10
Grafikon 3. Zastupljenost po sektorima [12]	11
Grafikon 4. IoT tržišni čimbenici [12].....	13
Grafikon 5. IoT inhibitori na tržištu [12]	14
Grafikon 6. Promjena broja vozila i članova u razdoblju od 2006. do 2012. godine [49]	53
Grafikon 7. Promjena broja članova i automobila u razdoblju od 2006. Do 2013. godine [49].....	55
Grafikon 8. Prihodi od <i>carsharing</i> sustava [49]	58
Grafikon 9. Omjer muškaraca i žena koji su prisustvovali ispunjavanju ankete	60
Grafikon 10. Dobna skupina osoba koje su ispunile anketu	61
Grafikon 11. Rezultati odgovora na pitanje o poznavanju pojma <i>Internet of Things</i> .	62
Grafikon 12. Korisnost koncepta IoT prema ispitanicima.....	63
Grafikon 13. Potreba za IoT konceptom u pojedinim područjima	64
Grafikon 14. Prednosti koncepta IoT	65
Grafikon 15. Poznavanje pojma <i>carsharing</i> među ispitanicima	66
Grafikon 16. Načini na koji su ispitanici čuli za pojam <i>carsharing</i>	67
Grafikon 17. Područje stanovanja ispitanika	68
Grafikon 18. Najčešća prijevozna sredstva korištena od strane ispitanika	69
Grafikon 19. Vremensko trajanje putovanja.....	70
	88

Grafikon 20. Učestalost korištenja osobnog automobila	71
Grafikon 21. Zainteresiranost za korištenje <i>carsharing</i> sustava	72
Grafikon 22. Postizanje financijske uštede korištenjem sustava.....	73
Grafikon 23. Razlozi korištenja <i>carsharing</i> sustava	74
Grafikon 24. Spremnost korištenja sustava u drugim područjima	75
Grafikon 25. Mogući nedostaci <i>carsharing</i> sustava	76

Popis tablica

Tablica 1. Pregled dosadašnjih istraživanja različitih autora [12].....	6
---	---

PRILOG - ANKETNI UPITNIK

Istraživanje primjene koncepta Internet of Things (IoT) za potrebe razvoja modela carsharing

Poštovana/Poštovani,

ja sam Gordana Grgurić i provodim istraživanje primjene koncepta Internet of Things (IoT) za potrebe razvoja modela carsharing. Anketa je anonimna i dio je istraživanja za potrebe diplomskog rada na Fakultetu prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu, pod temom: „**Primjena koncepta Internet of Things za potrebe sustava carsharing**“, a uključivanje mišljenja i stavova građana je važno kako bi rezultati istraživanja bili prihvatljivi i primjenjivi.

Carsharing predstavlja jednu od opcija sustava zajedničkih vožnji osobnim vozilima, a temelji se na korištenju osobnog vozila/automobila koji je u vlasništvu treće osobe (poslovnog subjekta), a koja omogućava korisnicima da se (najčešće u gradskoj sredini) ne voze svojim vozilom nego zajedničkim vozilom koji se preko standardizirane kartice podiže na posebno određenim postajama uz definiranu naknadu.

Internet of Things (kratica IoT), odnosno Internet stvari predstavlja pojam koji se odnosi na razne uređaje koji mogu komunicirati i dijeliti podatke između sebe, a omogućuju brojne dinamične i prilagodljive konfiguracijske mogućnosti. Koncept Internet of Things pronalazi svoje mjesto u sve više područja, pa je tako njegovo mjesto osigurano i u tehnologiji prometa i transportu.

Misija istraživanja je promocija koristi od primjene suvremenih tehnologija i rješenja u području alternativnih i održivih načina prijevoza.

Vaša podrška putem sudjelovanja u anketi, doprinijet će značaju tehnologije prometa.

Ciljana skupina jesu osobe koje su spremne dijeliti vozila i vožnje odnosno koristiti opciju zajedničkih vožnji osobnim vozilima.

Zahvaljujem!

Srdačan pozdrav,

Gordana Grgurić

1. Spol*

- ☐ M
- ☐ Ž

2. U koju dobnu skupinu pripadate?*

- ☐ 18 – 24
- ☐ 25 – 34
- ☐ 35 – 65

3. Jeste li čuli za pojam "Internet of Things" (kratica: IoT) prije ove ankete?*

- ☐ Da
- ☐ Ne

4. Smatrate li da vam IoT može olakšati svakodnevni život?*

- ☐ Da
- ☐ Ne
- ☐ Ne znam

5. Koje prednosti za Vas kao pojedinca koncept IoT može donijeti?*

- ☐ Ponudu novih informacijsko-komunikacijskih rješenja
- ☐ Dostupnost različitih aplikacija
- ☐ Kvalitetnije povezivanje korisnika
- ☐ Povećanje stupnja sigurnosti (manje prometnih nezgoda ali i lakše posljedice istih)
- ☐ Otvorenost (prilagodba programa s otvorenim kodom ili otvorenih aplikacijsko-programskih sučelja)
- ☐ Skalabilnost
- ☐ Sigurnost/Povjerenje
- ☐ Financijske uštede
- ☐ Uštedu vremena
- ☐ Ostalo:

6. U kojem dijelu tehnologije prometa i transporta smatrate da je IoT koncept najpotrebniji, odnosno, u kojem segmentu bi njegova primjena prema vašem mišljenju bila najefikasnija?*

- ☐ Cestovni promet
- ☐ Željeznički promet
- ☐ Javni gradski promet
- ☐ Transportna logistika
- ☐ Ostalo:

7. Jeste li prije ove ankete čuli za pojam carsharing?*

- ☐ DA
- ☐ NE

8. Ako je Vaš odgovor na prethodno pitanje "da", navedite gdje/kako ste se prvi puta upoznali s pojmom?

- ☐ Na fakultetu/školi
- ☐ Putem televizije ili radija
- ☐ Putem Interneta
- ☐ Putem društvenih mreža
- ☐ Putem novina
- ☐ Putem prijatelja/kolege
- ☐ Putem promotivnih materijala
- ☐ Ostalo:

9. Mjesto gdje živite je: *

- ☐ Gradsko područje/sredina
- ☐ Prigradsko područje/sredina
- ☐ Ruralno područje/sredina

10. Koji je Vaš najčešći način prijevoza?*

- ☐ Osobni automobil
- ☐ Tramvaj
- ☐ Autobus
- ☐ Vlak
- ☐ Bicikl
- ☐ Motor
- ☐ Ostalo:

11. Koliko daleko je Vaše radno mjesto ili fakultet od Vašeg mjesta stanovanja?*

- ☐ manje od 10 minuta
- ☐ 10 - 30 minuta
- ☐ 30 - 60 minuta
- ☐ više od 60 minuta

12. Koliko često koristite automobil kao prijevozno sredstvo?*

- ☐ svakodnevno
- ☐ povremeno
- ☐ nikada

13. Biste li bili zainteresirani za prijevoz automobilom korištenjem modela carsharing?*

- ☐ Da
- ☐ Ne
- ☐ Možda

14. Smatrate li da biste carsharing modelom putovanja postigli smanjenje troškova?*

- ☐ Da
- ☐ Ne
- ☐ Ne znam

15. Što je Vaš primarni razlog ukoliko biste bili spremni koristiti carsharing model?*

- ☐ Financijska ušteda
- ☐ Smanjenje trajanja putovanja
- ☐ Zaštita okoliša
- ☐ Smanjenje stresa
- ☐ Društvo tijekom vožnje
- ☐ Manja potreba za posjedovanjem automobila
- ☐ Manje automobila na cesti i manje prometnih nesreća
- ☐ Ostalo:

16. Jeste li spremni koristiti rješenja temeljena na konceptu IoT i u drugim područjima?*

(izvan tehnologije prometa i transporta)

- ☐ Da
- ☐ Ne
- ☐ Ne znam sve mogućnosti
- ☐ Ostalo:

17. Imate li potpuno povjerenje u koncept mrežno povezanih stvari, odnosno koncept IoT-a pri korištenju carsharing modela prijevoza?*

- ☐ Da
- ☐ Ne
- ☐ Možda
- ☐ Ostalo:

18. Označite moguće nedostatke kod carsharing modela koji bi se primjenom koncepta IoT smanjili:*

(mogućnost više odgovora)

- ☐ Problem rezervacije carsharing vozila putem informacijsko-komunikacijske podrške
- ☐ Problem praćenja stanja carsharing vozila
- ☐ Problem prostorne lokacije carsharing terminala
- ☐ Problem distribucije carsharing vozila između terminala (tijekom 24 sata)
- ☐ Problem naplate usluge korištenja carsharing modela
- ☐ Prijenos podataka iz vozila
- ☐ Lakše planiranje putovanja u stvarnom vremenu i izbjegavanje gužvi
- ☐ Provjera dostupnosti parkiranih mjesta
- ☐ Ostalo: