

Automatsko upravljanje u prometu

Bišić, Lukrecija

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:359082>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-05**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



uniri DIGITALNA
KNJIŽNICA



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET U RIJECI**

LUKRECIJA BIŠIĆ

AUTOMATSKO UPRAVLJANJE U PROMETU

DIPLOMSKI RAD

Rijeka, 2022.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

AUTOMATSKO UPRAVLJANJE U PROMETU

AUTOMATIC TRAFFIC CONTROL

DIPLOMSKI RAD

Kolegij: Urbani promet i okoliš

Mentor: izv.prof.dr.sc Siniša Vilke

Studentica: Lukrecija Bišić

Studijski program: Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0112069879

Rijeka, srpanj, 2022.

Studentica: Lukrecija Bišić

Studijski program: Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0112069879

IZJAVA

Kojom izjavljujem da sam diplomski rad s naslovom AUTOMATSKO UPRAVLJANJE U PROMETU izradila samostalno pod mentorstvom izv.prof.dr.sc Siniša Vilke.

U radu sam primijenila metodologiju znanstvenoistraživačkog rada i koristila literaturu koja je navedena na kraju diplomskog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući navela u diplomskom radu na uobičajen, standardan način citirala sam i povezala s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Suglasan/na sam s objavom diplomskog rada na službenim stranicama.

Studentica/autor:



Lukrecija Bišić

Student/studentica: Lukrecija Bišić

Studijski program: Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0112069879

IZJAVA STUDENTA – AUTORA O JAVNOJ OBJAVI OBRAĐENOG DIPLOMSKOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor diplomskog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta. U svrhu podržavanja otvorenog pristupa diplomskim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog diplomskog rada kao autorskog djela pod uvjetima Creative Commons licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses>.

Studentica:



Lukrecija Bišić

SAŽETAK

Svakodnevno postoji sve veći broj sudionika u prometu. Od davnina su postojala dva glavna problema koje je trebalo prevladati, a koji su i danas relevantni, to su prometne gužve i nedostatak sigurnosti na cestama. Danas postoji i treći izazov koji se odnosi na zaštitu okoliša. Suvremena rješenja za upravljanje prometom prate i kontroliraju različite vrste prometa pomoću digitalne tehnologije. Fokus se sve više pomiče prema upravljanju mobilnošću, jer druga prijevozna sredstva, poput javnog prijevoza i bicikla, postaju fokus interesa. Sustavi upravljanja prometom ne bi trebali samo povećati protok prometa i sigurnost na cestama, već i riješiti druge probleme kao što su zagađenje okoliša ili buka. Zbog sve veće upotrebe digitalnih tehnologija i analize prometnih podataka u stvarnom vremenu većina gradova koji koriste tu tehnologiju se nazivaju pametnim gradovima.

Ključne riječi: automatsko upravljanje, mobilnost, održivo, pametni gradovi, promet

SUMMARY

There is an increasing number of road users every day. Since ancient times, there were two main problems that had to be overcome, and which are still relevant today, namely traffic jams and lack of safety on the roads. Today there is a third challenge related to environmental protection. Modern traffic management solutions monitor and control different types of traffic using digital technology. The focus is increasingly shifting towards mobility management, as other means of transport, such as public transport and bicycles, become the focus of interest. Traffic management systems should not only increase traffic flow and road safety, but also solve other problems such as environmental pollution or noise. Due to the increasing use of digital technologies and the analysis of traffic data in real time, most cities that use this technology are called smart cities.

Key words: automatic control, mobility, sustainable, smart cities, traffic

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA	1
1.2. RADNA HIPOTEZA	2
1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA	2
1.4. ZNANSTVENE METODE	2
1.5. STRUKTURA RADA	3
2. OSNOVNO POIMANJE AUTOMATSKOG UPRAVLJANJA U PROMETU	4
2.1. OSNOVNE KARAKTERISTIKE AUTOMATSKOG UPRAVLJANJA U PROMETU	4
2.2. AUTOMATSKO UPRAVLJANJE SEMAFORIMA	7
2.3. AUTOMATSKO UPRAVLJANJE PROMETOM NA AUTOCESTAMA	7
3. AUTOMATSKO UPRAVLJANJE PROMETOM U GRADOVIMA	9
3.1. IMFLOW	10
3.2. IMCITY	13
3.3. ADIMOT	15
3.4. SCOOT	16
3.5. PAMETNA MOBILNOST	19
3.5.1. Inteligentni transportni sustavi	20
3.5.2. Pametna vozila	21
3.5.3. Pametne gume na automobilima	22
4. PAMETNI GRADOVI	27
4.1. PAMETNI GRAD BEČ	30
4.2. PAMETAN GRAD BARCELONA	36
4.3. PAMETNI GRAD SINGAPORE	40
4.4. PAMETAN GRAD GLASGOW	41

4.5. PAMETNI GRADOVI NJEMAČKE.....	44
4.6. PAMETNI GRAD RIJEKA.....	47
5. ZAKLJUČAK	52
LITERATURA.....	54
KAZALO KRATICA.....	58
POPIS TABLICA.....	59
POPIS GRAFIKONA.....	59
POPS SLIKA.....	59
POPIS SHEMA	60

1. UVOD

Automatsko upravljanje prometom je kompleksan pojam. Česte prometne gužve na glavnim raskrižjima zahtijevaju učinkovit sustav upravljanja. Prometne gužve jedan su od najvećih problema u gusto naseljenim gradovima. Cilj automatskog upravljanja prometom je optimalno vođenje prometa u određenim uvjetima. Suvremena tehnologija vođenja prometa omogućuje upravljanje svjetlosnom prometnom signalizacijom u ovisnosti o stvarnim (trenutnim) prometnim opterećenjima na prometnoj mreži.

Implementacijom naprednih telematičkih rješenja je prometu se ostvaruje primarni cilj prometnog sustava jednostavna i sigurna mobilnost. Postoje mnoga rješenja koja su dizajnirana za automatsku kontrolu prometnih signala koji omogućuju protok prometa. Automatsko upravljanje u prometu izuzetno je bitno za djelotvorno funkcioniranje prometnog sustava. Integracija inteligentnih sustava vodi do automatskog upravljanja prometom čiji su osnovni ciljevi: ubrzavanje toka prometa, redukcija zagušenja prometa i smanjenje negativnih utjecaja na okoliš. Za ostvarivanje navedenih ciljeva potrebno je osposobiti moderan i djelotvoran sustav kojeg pretežito čine središnje računalo i senzori integrirani u prometnicama.

1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA

Predmet istraživanja ovog diplomskog rada je automatsko upravljanje u prometu. Automatsko upravljanje u prometu se sve više razvija u posljednjih nekoliko godina. Pametni gradovi danas imaju potpuno automatizirane sustave upravljanja prometom što olakšava svakodnevni život građana.

Problem istraživanja proizlazi iz činjenice da se tijekom godina broj vozila dramatično povećao, što je dovelo do ozbiljnih problema poput prometnih gužvi, nesreća i mnogih drugih problema. Danas je nezaobilazno biti sudionik u prometu, na bilo koji način, mobilnost se iz godine u godinu povećava što sa sobom nosi ozbiljne posljedice na ljude.

Kako bi se riješili problemi zagušenja, potrebno je postojeću infrastrukturu i objekte učiniti pametnijima u čemu veliku ulogu igra automatsko upravljanje u prometu.

1.2. RADNA HIPOTEZA

Na početku izrade diplomskog rada se postavlja radna hipoteza koja služi kao vodilja u daljnjem istraživanju i analiziranju: sustav automatskog upravljanja prometom predstavlja značajnu ulogu u sigurnosti te je potreban prometnom sustavu kako bi se izbjegle prometne gužve i kako bi cijeli prometni sustav bio siguran za sve sudionike u prometu. Pametni gradovi koriste digitalna rješenja za dobrobit stanovnika i poslovanja. U pametnim gradovima je i mobilnost pametna, pa tako povezuju različite elemente tehnologije i mobilnosti kako bi svi građani bili sigurni u svakodnevnoj mobilnosti.

1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Svrha istraživanja ovog diplomskog rada je doći do odgovora na pitanje: "Može li automatsko upravljanje u prometu riješiti postojeće probleme zagušenja", kao i usporediti postojeću infrastrukturu i objekte u pametnim gradovima. Mnogi gradovi na svijetu imaju status "Pametnog grada", međutim nemaju svi gradovi isti sustav automatskog upravljanja prometom.

Cilj diplomskog rada je prikazati osnovne značajke automatskog upravljanja prometom te prikazati osnovni princip rada. Temeljni cilj diplomskog rada je istraživanja je analizirati i istražiti pametnu mobilnost u svijetu.

1.4. ZNANSTVENE METODE

Metode istraživanja koje su uključene u izradu diplomskog rada temelje se na neizravnom ispitivanju odnosno takvom pri kojem je istraživačka osnova akademska i publicistička građa, a koja se sama temelji na izravnim ispitivanjima teorijske građe.

U tom, teorijskom kontekstu, metode istraživanja uključuju:

- metodu komparacije,
- valorizacije i selekcije referentne bibliografske građe,
- metodu deskripcije,

- metodu kritičkoga iščitavanja sadržaja korištene su u kontekstu stvaranja konceptualnog konteksta,
- metodu sintetizacije,
- metodu dedukcije korištene su u izradi zaključka.

1.5. STRUKTURA RADA

Rad je strukturno podijeljen na pet međusobno povezanih poglavlja i započinje uvodom. U uvodu su definirani problem, predmet i objekti istraživanja, radna hipoteza, svrha i ciljevi istraživanja, znanstvene metode i struktura rada. Nakon uvoda je obrađena osnovno poimanje automatskog upravljanja u prometu gdje su prikazane osnovne karakteristike automatskog upravljanja u prometu, automatsko upravljanje semaforima i automatsko upravljanje prometom na autocestama. Kroz treće poglavlje je obrađena tema automatsko upravljanje prometom u gradovima gdje je kao primjer naveden sustav ImFlow, ImCity, ADIMOT i SCOOT te pametna mobilnost gdje su prikazani inteligentni transportni sustavi, pametna vozila i pametne gume kao faktor pametnih vozila. Kroz četvrtu točku su prikazani pametni gradovi Beč, Barcelona, Singapore, Glasgow te pametni gradovi Njemačke gdje je prikazana analiza deset najpametnijih njemačkih gradova s primjerom grada Hamburga, u posljednjem poglavlju četvrte točke je prikazana Rijeka kao pametan grad, također s analizom hrvatskih pametnih gradova. Diplomski rad završava zaključkom.

2. OSNOVNO POIMANJE AUTOMATSKOG UPRAVLJANJA U PROMETU

Sustavi za automatsko upravljanje prometa se već duže vrijeme koriste za praćenje i kontrolu protoka automobila kroz čvorište mnogih cesta. Cilj automatskog upravljanja prometom je ostvariti nesmetano kretanje automobila na prometnim rutama.

Konvencionalni sustavi ne obrađuju promjenjive tokove koji se približavaju čvorištima. Osim toga, međusobne smetnje između susjednih semaforских sustava, nepravilno prikazan protok automobila u vremenu, nesreće, prolazak interventnih vozila i pješački prijelaz nisu implementirani u postojeći prometni sustav što direktno dovodi do prometnih gužvi i zastoja. Automatski sustavi u prometu, dakle, imaju za cilj riješiti probleme konvencionalnih sustava i unaprijediti praćenje prometa kako bi u konačnici bile minimalizirane prometne gužve i nesreće.

2.1. OSNOVNE KARAKTERISTIKE AUTOMATSKOG UPRAVLJANJA U PROMETU

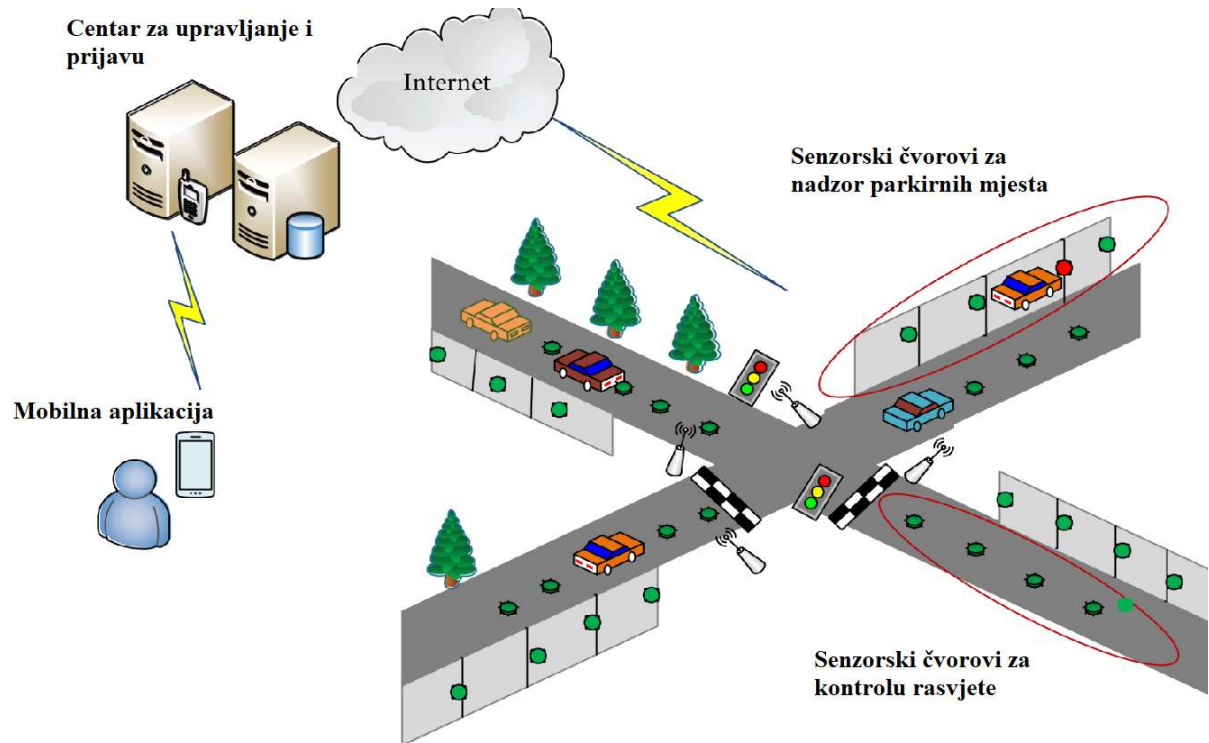
U posljednje vrijeme gradovi rastu eksponencijalno zbog promjene globalne ekonomije i modernog života. IKT ima ključnu ulogu u planovima održivosti i urbanom razvoju gradova. Nove tehnologije i razni pametni uređaji povezani na mrežu pružaju moderna i solidna rješenja s ciljem stvaranja pametnih gradova i optimizacije učinkovitosti urbanog poslovanja i usluga povezanih s građanima.¹

Pametni gradovi se koriste u svim područjima života, uključujući medicinske ustanove, industriju, bolnice, urede, transport i parkirališta. U posljednjih pet godina broj vozila se zastrašujuće povećao što je uzrokovalo nekoliko velikih problema za razvoj gradova, uzrokujući prometne gužve, nesreće, pa čak i bolesti zbog frustracije i stresa vozača. Ovi problemi nastaju, s jedne strane, zbog lošeg upravljanja cestovnim prometom u gradovima, posebno na raskrižjima cesta temeljenih na tradicionalnim sustavima upravljanja semaforima, a s druge strane, zbog nepotrebnog kretanja vozača pri traženju slobodnih

¹ Lloret J., Ahmed, S. H., Rawat, D. B., Ejaz, W., and Yu, W., "Editorial on wireless networking technologies for smart cities," *Wireless Communications and Mobile Computing*, vol. 2018, Article ID 1865908, 3 pages, 2018.

parkirnih mjesta u zakrčena područja automobila koja samo ubrizgavaju više prometa na ceste.

Inteligentni sustav kontrole prometa je prikazan na Slici 1.



Slika 1. Inteligentni sustav kontrole prometa

Izvor: Obrada autorice prema <https://www.hindawi.com/journals/wcmc/2020/8841893/fig1/> (16.5.2022.)

Auto PSIM omogućuje prikupljanje prometnih podataka koji se mogu koristiti u automatiziranim sustavima kontrole prometa (ATCS).²

PSIM je napredna softverska platforma za upravljanje informacijama o fizičkoj sigurnosti koja kombinira inteligentnu videoanalitiku, univerzalnu IP povezanost i mogućnosti automatizacije vođene događajima u jednom okruženju.³

² <https://www.axxonsoft.com/products/integration/traffic-control/smart-traffic-control> (23.6.2022.)

³ <https://www.axxonsoft.com/products/psim> (22.6.2022.)

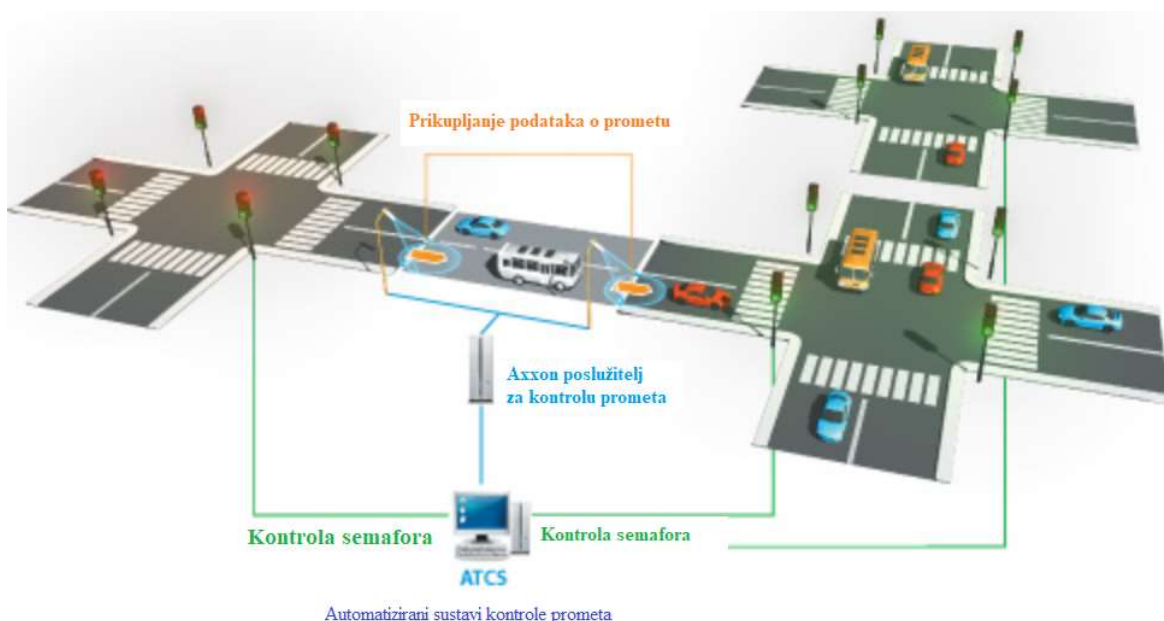
Video zapise o prometu prikupljaju nadzorne kamere i šalju poslužiteljima Axxon Traffic Control. Softver analizira video podatke i izračunava parametre toka prometa kako bi izračunao sljedeće standardne karakteristike prometa:

- prosječna brzina [km/h],
- obujam prometa (broj vozila po satu) [vozilo/sat],
- gustoća prometa [vozilo/km].⁴

Također se izračunava sljedeće:

- zauzetost traka [%],
- duljina vozila [m] – (za klasifikaciju vozila),
- duljina reda na raskrižju,
- slučajevi vozila koja voze u pogrešnom smjeru.⁵

Prikaz načina funkcioniranja automatiziranog sustava kontrole prometa je prikazan na Slici 2.



Slika 2. Način funkcioniranja automatiziranog sustava kontrole prometa

Izvor: Obrada autorice prema <https://www.axxonsoft.com/products/integration/traffic-control/smart-traffic-control> (18.6.2022.)

⁴ Ibidem.

⁵ Ibidem.

ATCS omogućuje automatizirano upravljanje semaforima. Promet se regulira semaforima kojima upravljaju pametni kontrolori prometa, a kojima putem podatkovnih veza upravlja središnji poslužitelj ATCS-a.

2.2. AUTOMATSKO UPRAVLJANJE SEMAFORIMA

U većini dijelova svijeta prometna gužva predstavlja ozbiljan problem s obzirom na to da semafori imaju slabu postavu pomoću mikrokontrolera s fiksnim vremenom signala.

Takav način rada semafora u pravilu dovodi do dugih redova na semaforima koji stvaraju gužve na cestama i iznimnu nelagodu za sudionike u prometu, što za posljedicu ima pretjerano nepoštivanje prometne signalizacije i nesreće.

Prometna gužva također smanjuje učinkovitost prometne infrastrukture i povećava vrijeme putovanja, onečišćenje zraka i potrošnju goriva.

Za automatski sustav kontrole prometa prije implementacije bilo kakvog algoritma upravljanja, potrebno je prvo pratiti frekvenciju prometa. Postoje različiti načini za praćenje prometa kao što su obrada video slike koji uključuju brojanje vozila kroz presjecajuće senzore blizine/dodira.

2.3. AUTOMATSKO UPRAVLJANJE PROMETOM NA AUTOCESTAMA

Napredni sustav upravljanja prometom (engl. ATMS, Advanced Traffic Management System) je integrirano rješenje za upravljanje prometom na autocestama kroz prikupljanje, obradu, analizu i konačno širenje informacija korisnicima, relevantnim agencijama i dionicima u stvarnom vremenu.

Kako bi se osigurala 24-satna sigurnost, od izuzetne je važnosti pružiti korisnicima u stvarnom vremenu i precizne informacije o stanju na cesti, prometnoj situaciji, incidentima i vremenskim uvjetima na autocesti.

Također je važno intervenirati za nesmetano, sigurno i učinkovito kretanje prometa pružanjem spašavanja i pomoći korisnicima kako bi izbjegli nevolje.

Njegova je svrha omogućiti koncesionarima, operaterima autocesta/cesta ili državnim tijelima da prate kompletnu autocestu raznim sensorima i tehnologijama kako bi poduzeli korektivne radnje koje u konačnici rezultiraju osiguranjem sigurnog putovanja za sudionike u prometu, poboljšanom učinkovitosti, produktivnosti, mobilnosti i boljim upravljanjem prometom na autocestama.⁶

⁶ <https://aryaomnitalk.com/advanced-traffic-management-system-atms/> (16.6.2022.)

3. AUTOMATSKO UPRAVLJANJE PROMETOM U GRADOVIMA

Automatsko upravljanje prometom u gradovima je sustav koji automatski upravlja cestovnim prometom u gradu kombinacijom algoritama, opreme i komunikacijskih mreža bez uključivanja ljudskog osoblja u donošenje odluka prema različitim vrstama situacija cestovnog prometa koje nastaju u gradu.⁷

Operacije koje se u načelu mogu izvršiti ovim sustavima su sljedeće:

- kontrola signalnog svjetla,
- detekcija vozila koje krši signal,
- otkrivanje zagušenja na cesti,
- detekcija maksimalne gustoće prometa na cesti i skretanje prometa s ceste,
- kontrola brzine vozila,
- gustoća prometa u stvarnom vremenu i prosječno vrijeme prijelaza cesta.⁸

Optimalno i učinkovito upravljanje mobilnošću u gradovima temelji se na sljedeća četiri principa:

- racionalna primjena tehnologije,
- odgovarajuću interoperabilnost između svih pojedinaca i entiteta koji su dio sustava, bez obzira na to jesu li javni ili privatni i bez obzira na prijevozno sredstvo,
- ispravno preventivno, korektivno i tekuće održavanje,
- učinkovito upravljanje radom.⁹

Zajedničko upravljanju gradskim prometom uključuje:

- sustavi jednosmjernih ulica,
- kružnim tokovima i složenijim prometnim giratorijama,
- signalno kontrolirani spojevi (statični i aktivirani vozilom),

⁷ Bošnjak, I.: Razvoj inteligentnih transportnih sustava, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006. godina

⁸ Ibidem.

⁹ Luburić, G.: Metode sigurnosti u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011. godina

- povezano, vremenski usklađeno upravljanje prometnom signalizacijom,
- kompjuterizirana kontrola signala područja (odgovara prometu),
- signalizirani pješачki i biciklistički prijelazi,
- namjenski autobus, taksi staze, biciklističke staze,
- prioritet autobusa na prometnoj signalizaciji,
- sustavi parkiranja i vožnje,
- CCTV nadzor prometa,
- "autobusna vrata" i drugi sustavi kontrole pristupa,
- naplata zagušenja,
- trake za vozila s velikom popunjenošću i druge metode kontrole traka,
- informacijski sustavi parkirališta,
- Informacijski sustav vozača koji se temelji na VMS-u.¹⁰

Strategije kontrole prometa više se ne odnose samo na maksimiziranje propusnosti vozila. Mogu se dizajnirati za postizanje namjernog ograničavanja prometa, primjerice kroz vrlo visoke razine prioriteta sabirnice nauštrb drugog prometa ili uvođenjem politika upravljanja redovima čekanja i namjerne kontrole pristupa području. Ovi razvoji daju prometnim inženjerima i mrežnim kontrolorima sredstva za implementaciju vrlo prilagodljivog oblika upravljanja gradskim prometom – koji odgovara prometnim politikama i prioritetima upravljanja.¹¹

3.1. IMFLOW

ImFlow optimizira prometne tokove na temelju konfiguriranih politika, optimalno koristeći cestovnu infrastrukturu. Jedinstvenost ImFlow-a je njegov prilagodljivi algoritam u stvarnom vremenu koji automatski prevodi politiku u optimalni protok prometa. Skup politika predstavlja scenarij. Unutar scenarija svakoj politici dodjeljuje se razina važnosti koja omogućuje korisniku da uravnoteži važnost prometnih tokova, prioritetnih vozila, pješaka i biciklista unutar mreže. ImFlow podržava višekriterijsku optimizaciju na razinama područja, rute i raskrižja te omogućuje definiranje politika za svaku razinu. ImFlow je

¹⁰ <https://rno-its.piarc.org/en/network-control-traffic-management-traffic-control/urban-traffic-management> (18.5.2022.)

¹¹ Ibidem.

inteligentni transportni sustav koji može komunicirati s upraviteljem scenarija ili supervizorom strategije pomoću scenarija. Gdje je primjenjivo, nadzornik strategije može promijeniti razinu važnosti pojedinačnih politika pružajući još finiju kontrolu nad prometnim tokovima. ImFlow je vrlo fleksibilan i skalabilan pružajući jedno rješenje od jednog raskrižja do velike gradske mreže. Kao takav, ImFlow je alat za koordinaciju semafora u pametnom i održivom gradu.

Prednosti korištenja ImFlow tehnologije uključuje sljedeće:

- smanjuje prometne gužve točnim usklađivanjem rada kontrolera signala s prevladavajućim prometnim uvjetima,
- poboljšava određene rute dajući prioritet prometnim tokovima,
- smanjuje vrijeme čekanja za pješake i bicikliste,
- poboljšava javni prijevoz minimiziranjem kašnjenja i zaustavljanja te pomaže u poštivanju rasporeda (tj. ujednačen dolazak na stajališta putnika),
- može obavijestiti pješake i bicikliste o preostalom vremenu čekanja, smanjujući negaciju crvenog svjetla,
- može dati uvjetni prioritet vozilima opremljenim kooperativnom tehnologijom, promičući sheme poput ekološke vožnje za teške kamione,
- smanjuje prometne nesreće koje proizlaze iz nestrpljive vožnje čineći promet glatkijim,
- osigurava hitnim vozilima brz i siguran prolaz kroz mrežu uz apsolutni prioritet gdje je to primjenjivo,
- štedi energiju tako što čini promet glatkijim, minimizira zaustavljanja i skraćuje vrijeme putovanja do odredišta, čime se omogućuje ušteda goriva,
- smanjuje zagađenje prometa (buku i emisije) smanjujući broj zaustavljanja vozila,
- premještanjem neizbježne gužve na drugi dio cestovne mreže ImFlow može utjecati i optimizirati lokaciju i ozbiljnost onečišćenja prometa. Širenjem onečišćenja ImFlow smanjuje učinak onečišćenja iz prometa na urbani okoliš.¹²

¹² <https://www.slideshare.net/peterashley66/imflow-adaptive-traffic-management-system> (14.5.2022.)

ImFlow nudi jedinstven koncept programiranja koji se temelji na politikama i ograničenjima. Pravila i ograničenja mogu se izravno unijeti u sustav ImFlow i koriste ih adaptivni algoritam ImFlow za optimizaciju vremena signala u stvarnom vremenu.¹³

Politike i ograničenja lako su razumljivi prometnim inženjerima koji trebaju postaviti i održavati sustav ImFlow gdje politike predstavljaju ciljeve optimizacije, a ograničenja su pravila koja se moraju poštivati kako bi sustav mogao sigurno funkcionirati.¹⁴

Primjerice, definiranjem politike za rutu, prometni inženjer može promet na ruti učiniti važnijim od drugih prometnih tokova. Na temelju ove postavke ImFlow će minimizirati zaustavljanja i kašnjenja na ruti radi provedbe politike. ImFlow prati sva prioriteta vozila na mreži i predviđa njihov dolazak i odlazak na signaliziranim raskrižjima i stajalištima javnog prijevoza. Prioritetno vozilo dobiva uvjetni prioritet na temelju konfiguriranih politika i trenutnog statusa vozila.¹⁵

Mogućnosti ImFlow sustava su prikazane na Tablici 1.

Tablica 1. Mogućnosti ImFlow sustava

Funkcije	Mogućnosti
Načini rada	<ul style="list-style-type: none"> • Prilagodljiva kontrola u stvarnom vremenu • Odabir plana aktiviranog sustavom • Kontrola fiksnog vremena • Lokalna kontrola
Konfiguracija i testiranje	<ul style="list-style-type: none"> • ImFlow konfigurator u potpunosti je integriran s mikro simulacijskim okruženjem kako bi se omogućilo inženjeru za ispitivanje prometa da učinkovito konfigurira i testira sustav ImFlow
Optimizacija po više kriterija	<ul style="list-style-type: none"> • Vozila • Pješaci i biciklisti • Vozila javnog prijevoza • Prioritetna vozila (npr. vozila hitne pomoći)

¹³ Ibid.

¹⁴ Ibid.

¹⁵ Ibid.

Optimizacija na više razina	Optimizator mreže optimizira vrijeme signala na temelju danih pravila i unutar konfiguriranih ograničenja Optimizator raskrižja dodatno optimizira vrijeme pojedinih regulatora koristeći logička pravila
Prioritet javnog prijevoza	<ul style="list-style-type: none"> • Korisnička pravila i pokazatelji izvedbe koji se koriste za upravljanje PT rutom • Modeliranje ponašanja PT-vozila na PT-rutama • Predviđanje dolaska/odlaska na signaliziranim raskrižjima i stajalištima putnika • Opsežno snimanje putovanja PT-vozila • Fleksibilni koncept detekcije (npr. ulazi kontrolera semafora, sučelje od centra do centra)
Žurni pozivi	<ul style="list-style-type: none"> • Apsolutni prioritet za vozila hitne pomoći • VIP rute
Korisničko sučelje	<ul style="list-style-type: none"> • Višejezično web-bazirano korisničko sučelje
Komunikacija	<ul style="list-style-type: none"> • ImFlow se u potpunosti temelji na internetskoj tehnologiji • Podrška za žičane i bežične IP mreže

Izvor: Izrada autorice prema <https://www.slideshare.net/peterashley66/imflow-adaptive-traffic-management-system> (14.5.2022.)

Imflow osigurava bolji protok prometa i manju potrošnju goriva zbog čega se uklapa se u politiku društvene odgovornosti koju provode gotovo sve Europske zemlje.

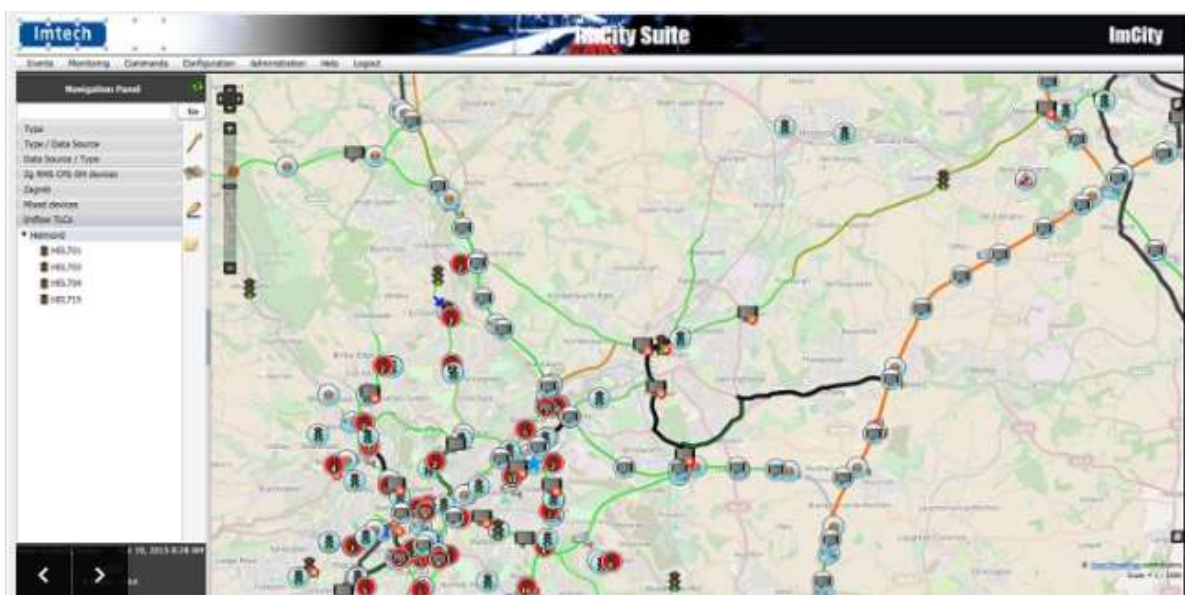
3.2. IMCITY

ImCity je platforma za strateško, dinamično i holističko upravljanje infrastrukturom cestovne mreže. ImCity omogućuje operaterima cestovne mreže praćenje i kontrolu svih povezanih uređaja uz cestu, s jednog online korisničkog sučelja. Njegova sigurna platforma kontinuirano prikuplja i analizira podatke o prometu iz širokog raspona senzora diljem cestovne mreže kako bi izgradila sveobuhvatan i detaljan prikaz ponašanja u prometu na cestovnoj mreži. To znači da se sve promjene u obrascima prometa identificiraju u stvarnom vremenu, preciziraju na točnu lokaciju putem ImCity sučelja, a operateri se upozoravaju na incidente u stvarnom vremenu, što omogućuje brzu i učinkovitu intervenciju. To operaterima

omogućuje bolje korištenje sredstava uz cestu kako bi ublažili zastoje i osigurali siguran i učinkovit promet. Osim toga, planiranim događajima može se lako i učinkovito upravljati jer operateri mogu unaprijed postaviti strategije upravljanja prometom, na primjer postavljanje signalizacije događaja ili različitih planova signala kako bi se uzeli u obzir različiti prometni obrasci.

Te su strategije potpuno automatizirane, aktiviraju se na temelju rasporeda događaja i reagiraju na promjenjive prometne uvjete u stvarnom vremenu.¹⁶

ImCity sustav je prikazan na Slici 3.



Slika 3. ImCity sustav

Izvor: <https://peek.hr/proizvodi/imcity/> (16.5.2022.)

ImCity sustav ima mnogobrojne prednosti koje uključuju:

- smanjuje troškove,
- veća efikasnost,
- obzirom da je automatiziran, smanjuje se mogućnost ljudske pogreške,
- pomaže u procesu informiranja korisnika i građana,
- podržava tipične ITS funkcije.¹⁷

¹⁶ SWARCO Croatia d.o.o., ImCity <https://peek.hr/proizvodi/imcity/> (20.5.2022.)

¹⁷ Ibid.

Sve navedene prednosti utječu na to da se ImCity razvija u budućnosti. Postoje mnogobrojne funkcionalnosti koje se planiraju implementirati u postojeći sustav.

3.3. ADIMOT

ADIMOT je sveobuhvatan pametni alat za upravljanje mobilnošću koji je razvio SICE primjenom vrhunskih tehnoloških i prometnih inženjerskih standarda.

Osim centraliziranog upravljanja gradskim semaforima, sustav omogućuje integraciju i rad sustava kao što su kontrola pristupa, određivanje prioriteta javnog prijevoza i otkrivanje prometnih prekršaja (provedba), pružanje informacija korisnicima putem prikaza poruka, kamera za nadzor prometa, itd.

Platforma pruža sveukupnu centraliziranu kontrolu upravljanja mobilnošću u gradu, poboljšavajući razine usluga i doprinoseći energetske učinkovitosti smanjenjem kašnjenja i pružanjem detaljnih informacija u stvarnom vremenu korisnicima. ADIMOT je vitalna platforma za pravilno održavanje i rad sustava, usmjerena kako na operatere, tako i na stručno osoblje u prometu.¹⁸

Platforma je dizajnirana za primjenu u gradovima ili urbanim područjima jer se može prilagoditi rješavanju specifičnih problema mobilnosti.

Temelji se na svjetskim standardima u vezi s protokolima koji se koriste za komunikaciju s različitim dijelovima opreme na licu mjesta; uključuje više-algoritamski sustav upravljanja koji se može koristiti za uspostavljanje različitih operativnih strategija kao što su vremenski utemeljeni, dinamički odabir, generiranje, adaptivni i mikroregulacijski planovi itd.¹⁹

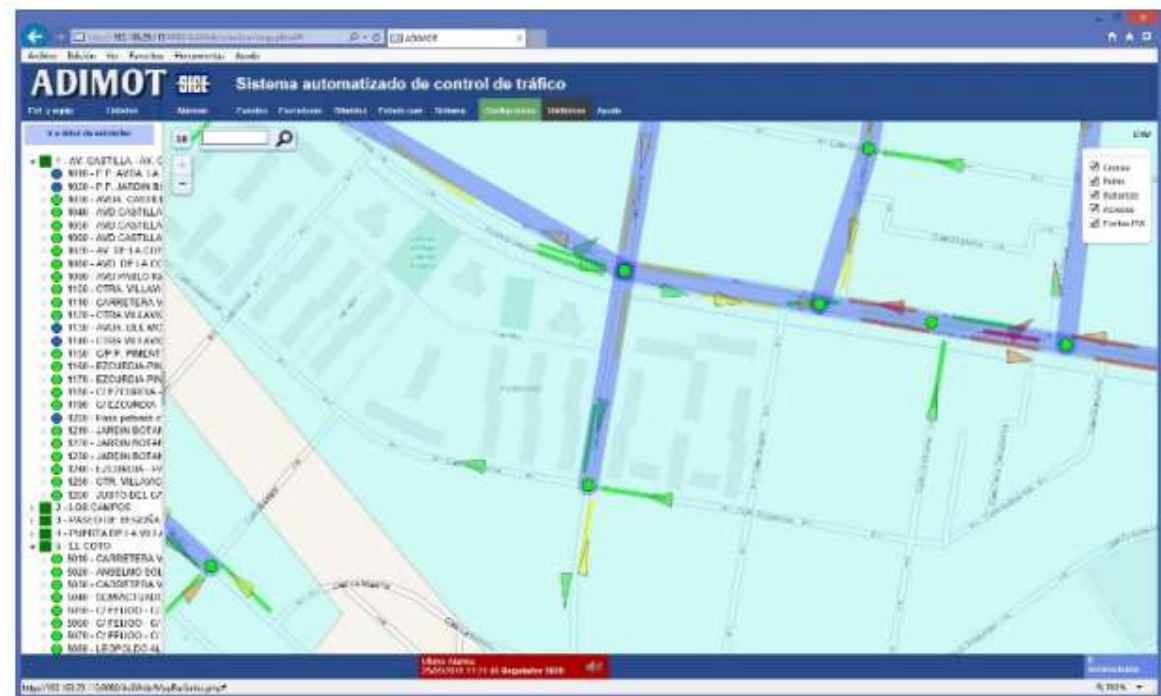
Može se pristupiti iz većine modernih preglednika, bez potrebe za instaliranjem dodatnog softvera. Visoka skalabilnost, prilagođavanje zahtjevima svakog grada, od malih sela do većih gradova koji zahtijevaju samo prilagodljive sustave za upravljanje.

¹⁸ ADIMOT, Intelligent Traffic Systems Urban Traffic, https://www.sice.com/sites/Sice/files/2016-12/UT_ADIMOT.pdf (20.5.2022.)

¹⁹ <https://www.sice.com/en/news/sice-installs-its-mobility-management-tool-adimot-traffic-management-system-huelva> (13.6.2022.)

Može upravljati sustavom s grafičkog prikaza karte grada, nudeći kratak pregled stanja sve opreme i čvorova.²⁰

Prikaz ADIMOT sustava je prikazana na Slici 4.



Slika 4. Prikaz ADIMOT sustava

Izvor: https://www.sice.com/sites/Sice/files/2016-12/UT_ADIMOT.pdf (20.5.2022.)

Implementacija ADIMOT sustava koristi radio ili GPS za komunikaciju zbog čega ne treba ljudsku snagu niti kabliranje.²¹

Upravljanje kroz urbanistički plan sa upečatljivim bojama vrlo je intuitivno i aktivno.

3.4. SCOOT

SCOOT (engl. Split Cycle Offset Optimization Technique) što u prevedenom značenju znači tehnika optimizacije pomaka podijeljenog ciklusa je dizajniran za opću primjenu unutar kompjuteriziranog sustava upravljanja gradskim prometom.²²

²⁰ Ibidem.

²¹ Ibidem.

²² Ibidem.

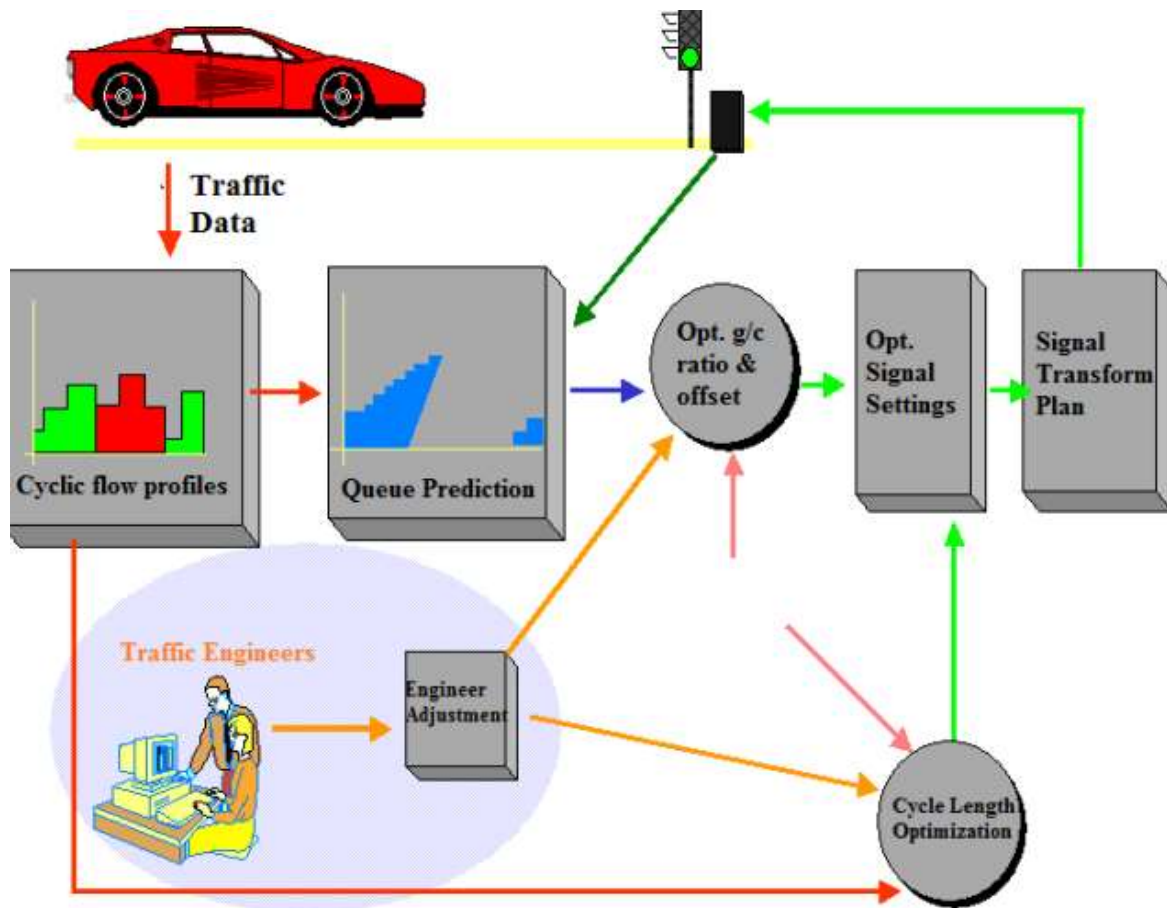
Pristupom kombinirajućeg volumetrijskog otkrivanja pješaka i SCOOT (Split Cycle and Offset Optimisation Technique system) sustava u Londonu su implementirani inteligentni pješački prijelazi na temelju prepoznavanja gustoće pješaka te u skladu s tim se mijenjaju svjetla na semaforu. U svrhu postizanja kvalitetnijeg i sigurnijeg prelaska pješaka preko pješačkih prijelaza bez usporavanja cestovnog prometa, sustav se služi video kamerama koje broje pješake koji čekaju na pješačkom prijelazu, te ukoliko kamera detektira veliki broj pješaka sustav omogućuje prelazak pješaka preko ceste.

Međutim, ukoliko nema nikoga na prijelazu ili ako netko pritisne tipku za prijelaz kolnika, a zatim prijeđe na crveno svjetlo ili odustane, sustav će odustati od paljenja zelenog svjetla.

SCOOT sustav u prosjeku smanjuje vrijeme čekanja vozila u prometu za 12,5% dok smanjenje broja vozila koja se moraju zaustaviti tijekom putovanja kroz prometnu mrežu iznosi 4,6 %.²³

Arhitektura SCOOT sustava je prikazana na Slici 5.

²³ <https://smart-ri.hr/primjeri-dobrih-praksi-upravljanja-prometom-u-gradovima/> (20.5.2022.)



Slika 5. Arhitektura SCOOT sustava

Izvor: <http://ocw.nctu.edu.tw/upload/classbfs121112032755485.pdf> (20.5.2022.)

Mnoge prednosti dobivaju se ugradnjom učinkovitog sustava upravljanja gradskim prometom koji koristi SCOOT, smanjujući zastoje i maksimizirajući učinkovitost, što je zauzvrat korisno za lokalni okoliš i gospodarstvo.

Najveće prednosti SCOOT sustava su:

- prilagođeno upravljanje zagušenjima,
- smanjenje kašnjenja od preko 20%,
- maksimalno povećajte učinkovitost mreže,
- fleksibilna komunikacijska arhitektura,
- prioritet javnog prijevoza,
- upravljanje prometom,
- otkrivanje incidenata,
- procjena emisije vozila,

- sveobuhvatne prometne informacije.²⁴

SCOOT daje učinkovit prioritet za javni prijevoz bez ugrožavanja normalnog prometa, dopuštajući vozilima javnog prijevoza da se pridržavaju svog rasporeda i time pružaju vjerodostojan alternativni način putovanja.²⁵

SCOOT se koristi u više od 200 gradova u više od 14 zemalja diljem svijeta uz dokazane prednosti u smanjenju zagušenja i kašnjenja. To je nekoliko puta pokazano s detaljnim studijama koje naglašavaju učinkovitost SCOOT nadzora gradskog prometa kao alata za upravljanje prometom i zagušenjima.²⁶

3.5. PAMETNA MOBILNOST

Mobilnost i transport doživljavaju jednu od najeruptivnijih revolucija. Inovacije u digitalizaciji i alternativnim energijama, uspostavljene u prethodnim desetljećima, oslobađaju svoj potencijal na ulicama, čineći temelje pametne mobilnosti. Pametna mobilnost jedna je od ključnih tema svakog pametnog grada. Uključuje optimizaciju prometa i komunikacija kako bi se konsolidirali novi standardi održivosti, učinkovitosti, sigurnosti i kvalitete zraka.²⁷

Sve ono što se u nazad posljednjih nekoliko desetljeća činilo nezamislivim je danas postala stvarnost. Mobilnost se razvija velikom brzinom.

Ciljevi pametne mobilnosti uključuju sljedeće:

- poboljšanje sustava upravljanja mrežom i prometom,
- poboljšanje razine sigurnosti i smanjenje prometne nesreće,
- poboljšanje učinkovitost u komunikaciji i vremenu putovanja,
- osiguranje ekološke i ekonomske održivosti,
- nova perspektivu zajednice za građane.²⁸

²⁴ https://www.sice.com/sites/Sice/files/2016-12/UT_ADIMOT.pdf (20.5.2022.)

²⁵ Ibidem.

²⁶ Ibidem.

²⁷ <https://tomorrow.city/a/smart-mobility-definition-solutions-and-all-you-need-to-know> (10.6.2022.)

²⁸ Ibidem.

Različita rješenja stapaju se i međusobno povezuju u pametnoj mobilnosti. Sve se to razvija u specifične prednosti, poput poboljšanja zdravlja, zahvaljujući kvaliteti zraka, manjem broju žrtava prometnih nesreća ili smanjenju prometne gužve.

3.5.1. Inteligentni transportni sustavi

Inteligentni transportni sustavi primjenjuju informacijske i komunikacijske tehnologije kao što su planeri putovanja, eCall i automatizirana vožnja u prijevozu, čineći mobilnost sigurnijom, učinkovitijom i održivijom. Uz ITS građani mogu dobiti bolje informacije putem aplikacija u automobilu, na pr. o prometnoj regulaciji i radovima na cesti. Sustavi poput eCall-a, koji automatski upozoravaju hitne službe u slučaju nesreće, već su instalirani u 12 milijuna automobila. ITS tako dovodi do sveukupno sigurnijeg i učinkovitijeg i udobnijeg iskustva vožnje.²⁹

Koncept inteligentnih transportnih sustava, razvijen od 1980-ih, uključuje sve vrste prijevoza. Relevantni razvoji u cestovnom prometu su najnapredniji. ITS je tehnologija, aplikacija ili platforma koja poboljšava kvalitetu prijevoza ili postiže druge rezultate na temelju aplikacija koje prate, upravljaju ili poboljšavaju transportne sustave.³⁰

Inteligentni transportni sustav uvelike se oslanja na prikupljanje podataka i njihovu analizu.

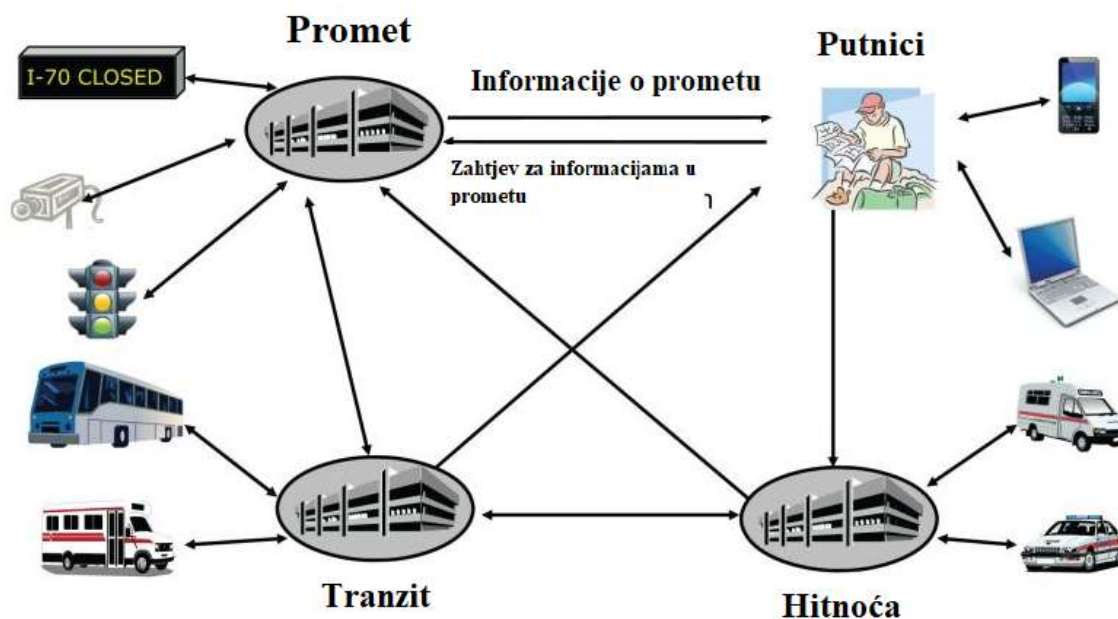
Nakon što je sustav izgrađen za prikupljanje podataka i njihovu analizu, rezultati se zatim koriste za kontrolu, upravljanje i planiranje prijevoza. Senzori igraju važnu ulogu u prikupljanju podataka.³¹

Način na koji rade inteligentni transportni sustavi je prikazan na Slici 6.

²⁹ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_6727, (20.5.2022.)

³⁰ <https://theconstructor.org/transportation/intelligent-transportation-system/1120/> (22.5.2022.)

³¹ Ibid.



Slika 6. Način na koji rade inteligentni transportni sustavi

Obrada autorice prema <https://www.aindralabs.com/what-is-intelligent-transportation-system-its-applications-and-examples/>, (20.5.2022.)

Inteligentni transportni sustavi danas imaju široku primjenu u prometu.

Očekuje se da će u budućnosti cestovni prometni sustav biti inteligentniji, fleksibilniji, učinkovitiji i prikladniji za vozače i administrativni sustav zahvaljujući pomoći koju pružaju moderne tehnologije kao što su bežične komunikacije, internet i računalstvo u oblaku.³²

3.5.2. Pametna vozila

Očekuje se da će vozila budućnosti imati važan utjecaj poboljšavajući promet, produktivnost i sigurnost.³³

S potencijalom smanjenja broja smrtnih slučajeva na cestama za čak 90% u sljedećih 15 godina, kao i smanjenja broja radnika u lancu opskrbe, teško je precijeniti razorni potencijal koji pametna vozila imaju u svijetu industrije.

³² Ibid.

³³ <https://www.timesofisrael.com/gearing-up-for-smart-car-revolution-israel-sees-need-for-strategic-road-map/> (25.6.2022.)

Pametno vozilo je nešto kao osnovni pojam koji se može odnositi na svako vozilo koje sadrži napredne električne i računalne značajke. Mnogi automobili danas imaju samovozeće komponente, međutim, neposredna je perspektiva potpuno samovozećih automobila koji predstavljaju novi vrh u automobilske udobnosti i performansama.³⁴

Pametni automobili su vozila koja su opremljena oblicima umjetne inteligencije vođenim sustavom. Temeljni koncept pametnog automobila je osloboditi vozača mnogih svakodnevnih zadataka povezanih s vožnjom, čineći čin vožnje ugodnijim. Zagovornici ove vrste tehnoloških inovacija često primjećuju da rasterećenjem vozača barem dijela procesa donošenja odluka postoji mogućnost da bi široka upotreba inteligentnih automobila pomogla da kolnici budu puno sigurniji nego što su danas.³⁵

Razvoj pametnih automobila već je doveo do nekih inovacija koje su danas uobičajene na mnogim markama i modelima. Jedan od primjera je moderni automatski sustav obavijesti u nuždi, u kojem se senzori na vozilu povezuju sa središnjom organizacijom za podršku i prosljeđuju signale za pomoć kada dođe do sudara ili neke vrste mehaničkog kvara. Ti isti sustavi također omogućuju glasovnu interakciju između vozača i udaljenog osoblja koje može upozoriti nadležne organe i tako pružiti pomoć ozlijeđenom ili na neki drugi način nemoćnom vozaču.³⁶

Mnoge značajke predviđene za proizvodnju pametnih automobila odnose se na zaštitu vozača, kao i drugih vozila na cesti. Značajka autonomnog tempomata aktivira se automatski kada su uvjeti na cesti povoljni za održavanje konzistentne brzine, čime se minimiziraju šanse za putovanje iznad postavljenog ograničenja brzine. Prednja svjetla koja se automatski pale kada svjetlosni uvjeti potamne do određene točke još su jedan primjer pametne inovacije. Sustav upozorenja na napuštanje trake koji se aktivira kada je prisutan promet u prometnoj traci još je jedan primjer značajke koja bi vozačima pomogla da izbjegnu nesreće i ostanu sigurni.³⁷

3.5.3. Pametne gume na automobilima

³⁴ <https://www.atheneum.ai/2019/02/21/smart-vehicles/> (26.6.2022.).

³⁵ <https://www.wikimotors.org/what-is-a-smart-car.htm> (27.6.2022.)

³⁶ Ibidem.

³⁷ Ibidem.

Proizvođači guma došli su do mnoštva ideja za početak budućnosti u kojoj konvencionalne crne gume ne čine više od kotrljanja autocestom. Primjerice, talijanski proizvođač guma Pirelli predviđa scenarije u kojima gume osjećaju promjene na ulici, predviđaju opasne situacije i mogu intervenirati ako je potrebno. Neki koncepti su više utemeljeni na današnjem transportu, kao što su gume s ugrađenim senzorima koji nude rane naznake oštećenja.

Kako površina gume dodiruje cestu, unutarnji senzor prikuplja informacije o temperaturi ceste, tlaku u gumama, vuči i ubrzanju vozila. Ugrađeni telematički uređaj zatim te podatke šalje u oblak. A kada se jednom dohvati, algoritam radi na predviđanju kada će se problem vjerojatno pojaviti.

Stručnjak iz Nokian Tyresa vjeruje se da će pametne gume biti uobičajena promjena u sljedećih pet godina.³⁸

Jedna od mogućnosti koja potencijalno može unaprijediti korištenje inteligentnih transportnih sustava u području složenih mreža i složenih sustava kritičnih nacionalnih potreba je koncept inteligentnih guma. Iako je tijekom proteklog desetljeća postignut napredak u području inteligentnog transporta i tu temu su istraživale razne organizacije jednoj od ključnih tehnologija koje omogućuju, odnosno inteligentnoj gumi, nije dodano toliko pažnje koliko ona možda i zaslužuje. Bez mogućnosti za procjenu, uz nisku cijenu, opterećenje guma, kut klizanja, trenje i sile, implementacija tehnologija koje će se pojaviti kao rezultat inteligentnog istraživanja transporta bit će preskupa za implementaciju. To je moguće samo kroz razvoj inteligentnog koncepta guma sa senzorima ugrađenim u gumu koji će pružiti potrebne informacije sustavima upravljanja šasijom u vozilima različitih veličina i pružiti podatke o opterećenju kamiona dok se kreću cestom kroz njihov GPS sustav. Ova tehnologija će imati dubok učinak na sigurnost prijevoza, kao i na infrastrukturu.³⁹

Dosadašnji primjeri sustava upravljanja vozilom koji mogu imati koristi od znanja o trenju guma i ceste uključuju sustave protiv blokiranja kotača (ABS), elektronički program stabilnosti (ESP), prilagodljivi tempomat i sustave za upozorenje na sudar ili izbjegavanje sudara. Kvaliteta upravljanja prometom i radova na održavanju cesta (npr. nanošenje soli i

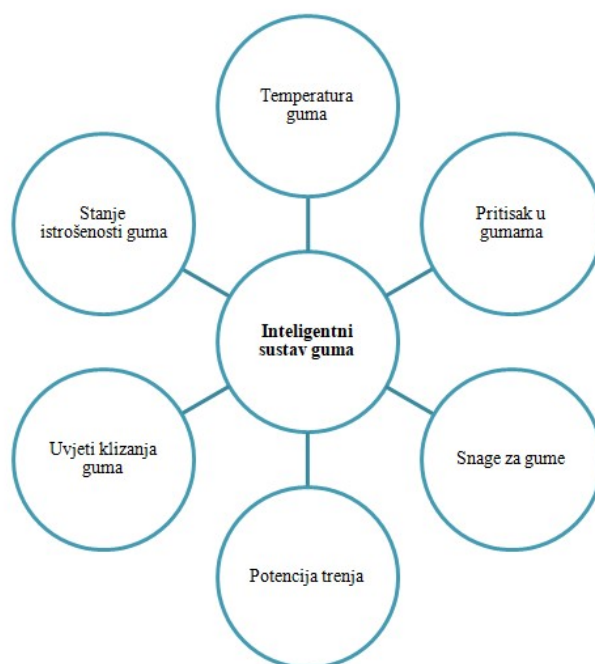
³⁸ <https://www.nokiantyres.com/company/news-article/smart-tires-are-coming-how-consumers-will-benefit-from-sensor-technology/> (16.6.2022.)

³⁹ <https://www.washingtonpost.com/technology/2021/06/16/goodyear-smart-car-tires/> (16.6.2022.)

oranje snijega) također se može poboljšati ako se procijenjena vrijednost trenja priopći nadležnima za promet i autoceste.

Koncept inteligentne gume kako su ga zamislili istraživači guma imat će mogućnost praćenja u stvarnom vremenu sila na sučelju gume i ceste, koeficijenta trenja, uvjeta klizanja, temperature/tlaka i stanja istrošenosti gume.

Izlaz senzora inteligentnog sustava guma je prikazan na Shemi 1.



Shema 1. Inteligentni sustavi guma

Izvor: Obrada autorice prema Arat, M. A., Singh, K. B., Taheri, S., An Intelligent Tire Based Adaptive Vehicle Stability Controller International Journal of Vehicle Design, vol. 65, Nos. 2/3 2014.

Potencijal ovog sustava može se procijeniti po njegovoj sposobnosti da pruži iscrpne informacije o gumi u pokretu u smislu izlaza senzora. Budući da je u stanju iskoristiti mnoštvo informacija o dinamičkim svojstvima kontaktne površine, očekuje se da će inteligentni sustav guma potaknuti razvoj nove generacije sustava kontrole vučne sile, kočenja i stabilnosti za poboljšanje sigurnosti i performansi vozila.⁴⁰

⁴⁰ Ibidem.

U usporedbi s klasičnim sustavom za nadzor tlaka u gumama montiranim na vretenu ventila u kotaču, inteligentni modul senzora gume koji je pričvršćen izravno na gazni sloj gume omogućio bi senzoru da točnije prikuplja podatke o temperaturi i tlaku. To se postiže tako da se senzorski modul čini manje osjetljivim na udarce tijekom izmjene guma i toplinu koja zrači iz kočnica i kotača, kao u slučaju sustava za nadzor tlaka u gumama, jedinica montiranih na ventile.⁴¹

Većina istraživanja u posljednjih nekoliko desetljeća u području naprednih sustava guma bila je usmjerena na razvoj tehnika za offline i online pregled guma. Inteligentni sustav guma, koji se prvenstveno sastoji od online sustava za nadzor guma, izazvao je veliko zanimanje kako industrije tako i akademske zajednice, a u posljednjih nekoliko godina predloženo je nekoliko arhitektura koje se odnose na te sustave. Neki od koncepata koji su pokazali veliki potencijal uključuju:

- Program APOLLO,
- Program FRICTI@N,
- Continental AG,
- Hyundai Motor,
- Pirelli.⁴²

Kao najvažnije prednosti pametnih guma se mogu izdvojiti:

- smanjena potrošnja goriva zbog manjeg otpora kotrljanja,
- mekša vožnja zbog rasporeda slojeva gume i zbog savijanja bočnih stijenki, osiguravajući stabilniji kontakt s cestovnom uslugom i mekšu vožnju,
- manje vibracija,
- produljeni vijek trajanja gume zbog manje topline koju stvara guma.

Inteligentne gume će uštedjeti novac na vozilu, budući da mogu reći koliko je točno gaznoga sloja preostalo na svakoj gumi, uz to se može dobiti informacija jeli neka od guma previše ili nedovoljno napuhana.

⁴¹ http://wardsauto.com/ar/Intelligent_tires_debut_100624/ (23.6.2022.)

⁴² http://www.motorauthority.com/news/1044745_pirelli-schrader-team-up-for-computerized-cyber-tire (23.6.2022.)

Sve navedene prednosti će produžiti vijek trajanja guma. Nadalje, gume koje mogu unaprijed reći sve sigurnosne rizike mogu u konačnici učiniti vozilo sigurnijim i pouzdanijim na cesti.⁴³

Pirelli standardno oprema gumu sensorima koji "mogu razgovarati s automobilom". Ova svjetska premijera kada je u pitanju originalna oprema je zahvaljujući Pirellijevom sustavu Cyber Tire, koji se sastoji od senzora u svakoj gumi koji prikuplja vitalne podatke za sigurnu vožnju, povezan sa softverom integriranim u automobilsko računalo.

U pitanju je McLaren Artura s gumama opremljenim sensorima: hibridni superautomobil prepun tehnologije za još sigurnije i uključeniije iskustvo vožnje. Tehnologija Cyber Tire nudi mnoštvo informacija automobilu i vozaču:

- vrstu gume - bilo da je zimska ili ljetna verzija,
- propisani tlak,
- indeks opterećenja i ocjenu brzine – kao i trenutne informacije o vožnji, npr. kao temperatura i tlak.⁴⁴

Ove informacije, uključujući temperaturu i tlak, koje se stalno nadziru i prenose u stvarnom vremenu, ključne su kada je u pitanju sigurnost. Informacije se također isporučuju, s većom preciznošću u usporedbi s tradicionalnim sensorima na ventilu, budući da su Pirelli senzori za prijenos u izravnom kontaktu sa stvarnim gumama, a ne s naplaticima. Podaci dobiveni od senzora obrađuju se softverom koji je izradio Pirelli koji je integriran u elektroniku automobila.

Neke informacije mogu se vidjeti na instrument tabli i središnjem zaslonu; druge informacije koristi elektronika automobila za kalibraciju sustava upozorenja vozača na temelju točnih karakteristika guma i njihovog statusa.

Gume su gotovo identične standardnim gumama, ali sa sensorima raširenim kroz gumu kako bi pomogli u povratnoj informaciji sustava. Inteligentne gume su put budućnosti i to jamče veliki proizvođači automobila kako bi osigurali niže emisije CO₂ u idućem desetljeću.

⁴³ <https://mobiletyreshop.com.au/what-are-intelligent-tyres/> (23.6.2022.)

⁴⁴ Ibidem.

4. PAMETNI GRADOVI

Pametani gradovi su mjesta gdje se tradicionalne mreže i usluge čine učinkovitijim korištenjem digitalnih rješenja za dobrobit njihovih stanovnika i poslovanja.⁴⁵

⁴⁵ https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en (18.5.2022.)

Pametani grad nadilazi korištenje digitalnih tehnologija za bolje korištenje resursa i manje emisije. To znači pametnije gradske prometne mreže, poboljšanu vodoopskrbu i objekte za odlaganje otpada te učinkovitije načine osvjetljenja i grijanja zgrada. To također znači interaktivniju i odgovorniju gradsku upravu, sigurnije javne prostore i zadovoljavanje potreba sve starijeg stanovništva.⁴⁶

Prema klasifikaciji koju je izradilo Sveučilište u Beču, postoji 6 čimbenika koji razlikuju pametni grad:

- pametno gospodarstvo,
- pametan život,
- pametno okruženje,
- pametna mobilnost,
- pametni ljudi,
- pametno upravljanje.⁴⁷

Svaki čimbenik doprinosi postizanju pametnog grada u kojem je popunjen jaz između potreba i zadovoljstva. Tehnologija koja pomaže da se grad učini pametnim je IoT, gdje sve idealno "oživi" zahvaljujući prikladno instaliranim sensorima i stabilnoj široko rasprostranjenoj bežičnoj komunikaciji u svakom kutku grada. Svi podaci koje generiraju senzori konvergiraju se u središnji "mozak", gdje se dalje razrađuju pomoću sofisticiranih AI algoritama, tako da se "pametne stvari" ponašaju u skladu s preferencijama i navikama ljudi.⁴⁸

Današnje tehnologije pomažu u prikupljanju i obradi podataka koji su potrebni za procjenu kritičnih situacija ili za povećanje učinkovitosti održavanja i očuvanja. IoT je nevjerojatno rješenje u tom smislu: omogućuje ne samo da stalno pratimo praćenje na kojima su senzori instalirani, već i kod prikupljanja svih potrebnih podataka koji se šalju na terminal za obradu, te se povedu u razumljive informacije.⁴⁹

Najosnovnije prednosti pametnih gradova su sljedeće:

- bolje usluge prijevoza,

⁴⁶ Ibid.

⁴⁷ https://www.sensoworks.com/a-really-smart-city-concept__9412 (18.5.2022.)

⁴⁸ Ibid.

⁴⁹ Ibid.

- sigurnija komunikacija,
- učinkovite javne usluge,
- smanjeni otisak na okoliš,
- više digitalnog kapitala,
- mogućnosti gospodarskog razvoja,
- poboljšanje infrastrukture,
- mogućnosti zapošljavanja.⁵⁰

Pametani gradovi imaju potencijal da drastično poboljšaju trenutnu razinu prijevoza u cijelom gradu. Imat će bolje upravljanje prometom, mogućnost praćenja javnog prijevoza i bolje opsluživati svoje građane uz stalne informacije i niske cijene.⁵¹ Pametni gradovi će imati najviše tehnološkog napretka, a partnerstva s privatnim sektorom koristit će društvu jer će biti manje kriminalnih aktivnosti. Primjer takve tehnologije je prepoznavanje registarskih tablica, povezani centri za kriminal, detektori pucaanja, bolje hitne službe i kamere za tijelo.⁵² Budući da je preostala ograničena količina prirodnih resursa da zadovolji potrebe ljudi, pametni gradovi imat će tehnologije i potrebne alate za smanjenje naše upotrebe prirodnih resursa i smanjenje rasipa vode, struje itd. bez potrebe za smanjenjem dolje na sve čimbenike.⁵³

Pametni gradovi imaju tisuće energetski učinkovitih zgrada koje mogu poboljšati kvalitetu zraka, koristiti obnovljive izvore energije i smanjiti ovisnost o neobnovljivim izvorima energije. To će pomoći u smanjenju ekološkog utjecaja koji imamo na okoliš.⁵⁴

Ljudi moraju imati pristup uslugama brzog interneta po pristupačnim cijenama i uređajima. Ako imaju pristup javnom Wi-Fi-u u lokalnim područjima u gradu, svi će stanovnici imati jednake mogućnosti.⁵⁵

Ulaganje u pametne gradove dovest će do poboljšanja njihove regionalne i globalne konkurentnosti te privući nove stanovnike i poboljšati poslovanje. Budući da će cijeli grad

⁵⁰ https://www.aplustopper.com/smart-city-advantages-and-disadvantages/#Advantages_of_Smart_City (16.5.2022.)

⁵¹ <https://www.aplustopper.com/smart-city-advantages-and-disadvantages/> (16.5.2022.)

⁵² Ibid.

⁵³ Ibid.

⁵⁴ Ibid.

⁵⁵ Ibid.

imati pristup platformi otvorenih podataka, informacije itd. tvrtke će procvjetati. Oni mogu donositi informirane odluke s dostupnim tehnologijama i voditi gospodarskom razvoju.⁵⁶

Stare ceste, zgrade, autoceste, mostovi zahtijevaju ogromna ulaganja kako bi održali svoje stanje i produžili vijek trajanja. No, uz pomoć pametnih tehnologija, gradovi će imati mogućnost analitički predvidjeti i identificirati područja koja mogu uzrokovati kvar infrastrukture prije nego što se to dogodi.⁵⁷

Pametani gradovi će imati mnogo poslova i mogućnosti za zapošljavanje jer će ljudi dobiti jednak pristup osnovnim resursima kao što su prijevoz, internetska veza i ponude za posao.⁵⁸

Očekuje se da će inovativne i digitalne tehnologije osigurati implementaciju mnogih od sljedećih trendova gradskog prijevoza u sljedećih 10-15 godina:

- povećanje ekološke prihvatljivosti,
- bolja sigurnost,
- pouzdaniji,
- povećana upravljivost transportnim sustavima,
- brži tijek transporta,
- poboljšani kapacitet ceste,
- bolja energetska učinkovitost,
- ekonomski učinkovitiji (niži troškovi),
- bolja udobnost vožnje (u svim segmentima transporta).⁵⁹

Neće uvijek sve biti osmišljeno s namjerom maksimiziranja ovih pokazatelja, ali općenito, to su objektivni trendovi koji su relevantni za svaki grad na svijetu kada je u pitanju mobilnost.

4.1. PAMETNI GRAD BEČ

⁵⁶ Ibid.

⁵⁷ Ibid.

⁵⁸ Ibid.

⁵⁹ <https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/101242/developing-smart-mobility-for-smart-cities/>
(22.6.2022.)

Beč je suočen s modernizacijom grada prema Okvirnoj strategiji Pametnog grada Beča za 2050. godinu s sveobuhvatnim ciljem povećanja kvalitete života stanovnika optimiziranjem korištenja resursa. Kako bi postigli ovaj cilj, donositelji odluka moraju uključiti integraciju inovativnih i pametnih tehnologija u svoju strategiju.

Austrijska tehnološka platforma pametnih gradova osnovana je 2011. godine. Pokrenuta je s ciljem predstavljanja interesa austrijske industrije i dionika iz istraživanja Inicijative "SET Plan Industry Initiative" Pametni gradovi i zajednice te u EIP SCC-u, koji je iz nje proizašao godine. 2013.⁶⁰ Austrijsko savezno ministarstvo prometa, inovacija i tehnologije (BMVIT) pokrenulo je zajedno s Fondom za klimu i energiju i Austrijskim savezom gradova i mjesta Platformu pametnih gradova i regija 2013. Zajedno s dionicima iz istraživanja i industrije, Platforma razrađuje pitanja od zajedničkog interesa za austrijske općine u području pametnih gradova i razvija zahtjeve za primjenu na napredak tehnologije.⁶¹

Aktivnosti Pametnog grada Beča ugrađene su u različite transnacionalne i europske programe.

Beč surađuje s drugim europskim gradovima i međunarodnim poslovnim i istraživačkim partnerima i to:

- projekt TRANSFORM,
- projekt CapaCity.⁶²

Strategija grada Beča je prikazana na Tablici 2.

Tablica 2. Strategija grada Beča

Resursi	
<ul style="list-style-type: none"> • Smanjenje emisije CO2 po stanovniku: do 2030. najmanje 35% i do 2050. najmanje 80% 	<ul style="list-style-type: none"> • Motorizirani promet: 20% udjela svih putovanja do 2025. i 15% do 2030. • Motorizirani promet: nove tehnologije motora do 2030. (npr.

⁶⁰ https://energy.ec.europa.eu/topics/research-and-technology/strategic-energy-technology-plan_en (20.5.2022.)

⁶¹ Ibid.

⁶² Ibid.

<ul style="list-style-type: none"> • Energetska učinkovitost: smanjiti potrošnju energije po glavi stanovnika za 40% 2050. Godine • 20% bruto potrošnje energije u 2030. iz obnovljivih izvora i 50% u 2050. • Najinovativniji grad u otvorenoj upravi do 2025 • Široka bežična mreža i 100 novih aplikacija u sljedeće 3 godine • Stabilno napajanje od 2000 W po stanovniku, 1 tona CO2 po stanovniku 	<p>e-mobilnost) i nema više motora s unutarnjim izgaranjem do 2050.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gradska logistika 100% CO2 - besplatno do 2030 • Učinkovitost zgrade: obnova dovodi do 1% godišnjeg smanjenja energije u građevinskom fondu • 10% smanjenja energije za vanjski prigradski promet do 2030 • Nastavak s najvišim standardima Bečke infrastrukture u budućnosti • ICT infrastruktura
Kvaliteta života	
<ul style="list-style-type: none"> • Najviša kvaliteta života i najveća sreća od svih europskih gradova • Održavanje današnjih 50% grada kao zelene površine • Povoljno stanovanje i atraktivno stambeno okruženje • Zdravi uvjeti i zdravstvene kompetencije za sve ljude • Vrhunska i učinkovita zdravstvena zaštita, u javnom vlasništvu 	<ul style="list-style-type: none"> • Raznolikost i socijalna uključenost za sve skupine i društvo • Prikladne plaće za sve zaposlenike kako bi mogli zadovoljiti životne potrebe • Uzimanje u obzir rodni aspekata u svim procesima odlučivanja, planiranja i provedbe • Zadovoljstvo slobodnim vremenom – kvantitativno i kvalitativno • 270 tona CO2 uštedenih u sustavima otpada do 2025
Inovacije	
<ul style="list-style-type: none"> • Između top 5 gradova u znanosti i inovacijama do 2050 • Dodatni istraživački stožer do 2030. i magnet za vrhunske znanstvene i međunarodne studente 	<ul style="list-style-type: none"> • Jedan od 10 najbogatijih gradova u Europi po BDP-u • Snage Beča za srednju i jugoistočnu Europu • 80 % udjela tehnologije u izvozu do 2050.

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Dvostruko više izravnih ulaganja iz
i u Beč | |
|---|--|

Izvor: Izrada autorice prema <https://energy-cities.eu/best-practice/smart-citizen-participation-in-vienna/>

(30.5.2022.)

Beč je 2020. godine postavio inteligentne semafore. S novim sustavom kamera koje je razvilo Tehnološko sveučilište u Grazu, ovi inteligentni semafori mogu predvidjeti kada pješaci žele prijeći ulicu.⁶³

Sustav koji je razvilo Tehnološko sveučilište u Grazu (ovaj sustav je poznat kao Bečka svjetla) značajno se razlikuje od jednostavnog senzora pokreta. Iako bi se i ovo prebacilo na zelenu boju kada bi mimo prolazili objekti, kamera na semaforu ne samo da prepoznaje ljude, već i postoji li želja za prijelazom ili ne. Bečka svjetla mogu otkriti želi li osoba zapravo prijeći cestu ili samo stoji na semaforu i čeka, ili uopće ne želi prijeći ulicu. Tehnička oprema se koristi samo za prepoznavanje obrazaca kretanja i ne može se koristiti za praćenje ljudi. Također treba napomenuti da se svi podaci obrađuju na licu mjesta, a zatim se odmah brišu.⁶⁴

U suradnji sa Središnjim institutom za meteorologiju i geodinamiku ZAMG, semafori u Beču će u sljedećih nekoliko godina biti opremljeni s oko 10.000 vremenskih i ekoloških senzora. To omogućuje veliki broj aplikacija koje koriste "Big Data Analytics". Na primjer, toplinski otoci mogu se otkriti ili se kvaliteta zraka može poboljšati inteligentnom kontrolom protoka prometa. Cilj je sve semafore u Beču opremiti visokokvalitetnim sensorima čiji se podaci mogu odmah obrađivati online. U prvoj fazi proširenja predviđeni su senzori za mjerenje temperature, vlažnosti i naknadno dušikovog oksida, sumpornog oksida i zvuka (buke). Prema ZAMG-u, sustav je održiv i dizajniran tako da se može spojiti bilo koja vrsta senzora. Mjerenja će pružiti ogromne količine podataka na dnevnoj bazi. Računala visokih performansi i metode umjetne inteligencije i strojnog učenja analiziraju i obrađuju te podatke. Korištenjem analitike velikih podataka prepoznaju se određeni obrasci i odnosi i mogu se koristiti za praktične primjene.⁶⁵

Osim semafora s prepoznavanjem pješaka, u gradu Beču se također trude da semaforski sustav u cjelini bude inteligentniji i fleksibilniji. To se postiže umrežavanjem svih semafora. Kao rezultat, pojedini sustavi mogu međusobno komunicirati, a nepredvidive

⁶³ <https://digitales.wien.gv.at/projekt/smart-ampeln/> (30.5.2022.)

⁶⁴ <https://smartcity.wien.gv.at/ampeln-die-mitdenken/> (30.5.2022.)

⁶⁵ Ibidem.

prometne gužve koje nastaju kao posljedica nesreća ili gradilišta mogu se brže riješiti. To znači da se faze semafora mogu prilagoditi stvarnoj prometnoj situaciji, čime se poboljšava protok prometa i posljedično smanjuje emisija.⁶⁶

Međutim, semafori ne bi trebali samo međusobno komunicirati, već i prenositi vrijedne prometne informacije na pametne telefone i navigacijske uređaje. S tim su podacima zauzvrat mogli izračunati brzinu kojom bi se automobil morao kretati kako bi se što manje zaustavio na crvenom svjetlu. Odgovarajuće ploče uz određene rute također bi mogle ukazivati na tempo za zeleni val.⁶⁷

Mobilnost i promet od velike su važnosti za stanovnike Beča, to se može zaključiti iz svih zadanih ciljeva i projekata. Oni bitno određuju kvalitetu života građana i važan su pokretač uspješnog poslovanja.

Smart City Wien omogućuje udobnu, sigurnu mobilnost bez prepreka i pristupačnu mobilnost za svakoga, čak i bez vlastitog automobila.⁶⁸ S druge strane, motorizirani privatni prijevoz ima najveći udio u emisiji stakleničkih plinova, uzrokuje daljnje veliko onečišćenje okoliša (potrošnja sirovina, onečišćivači zraka, buka) i zauzima puno prostora u javnom prostoru. Stoga je važno cjelovito razvijati mobilnost i promet u smislu pametnog grada.⁶⁹ Preduvjeti za to su kompaktan urbani razvoj i širenje učinkovitog javnog prijevoza kako bi se zadovoljili zahtjevi mobilnosti rastuće metropolitanske regije. Prometna politika Beča posvećena je "inteligentnoj mobilnosti".

Beč trenutno ima pet linija podzemne željeznice sa 109 stanica na udaljenosti od 83 km, 28 tramvajskih i 131 autobusnih linija.

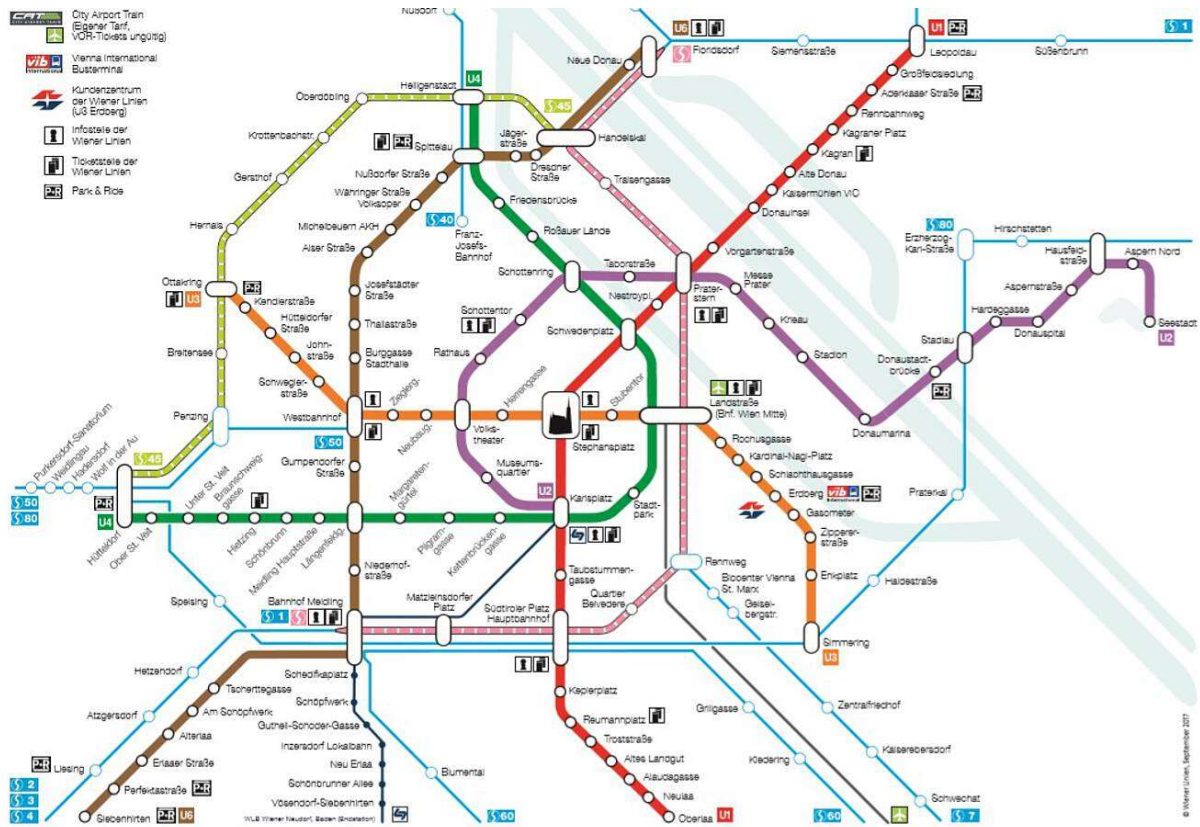
Mreža linija javnog gradskog prijevoza grada Beča je prikazana na Slici 7.

⁶⁶ Ibidem.

⁶⁷ Ibid.

⁶⁸ <https://smartcity.wien.gv.at/> (30.5.2022.)

⁶⁹ <https://www.wien.gv.at/regierungsabkommen2020/smart-city-wien/smart-mobilitat/> (30.5.2022.)



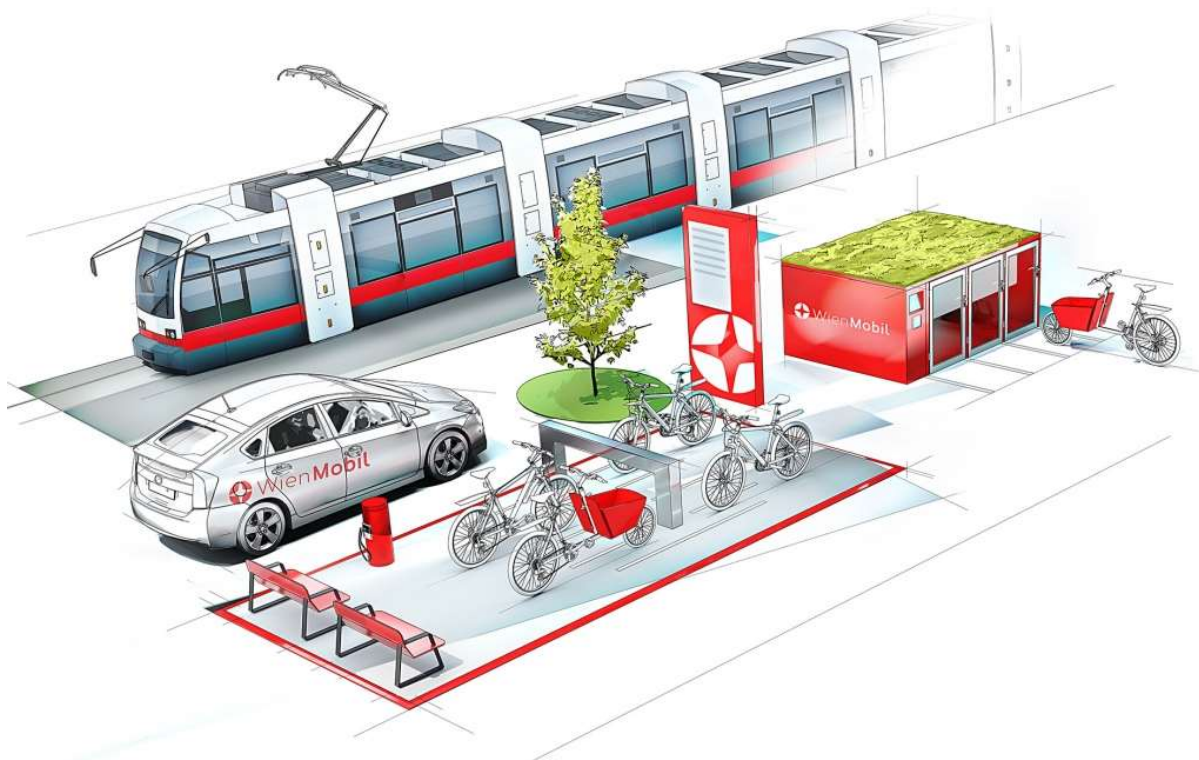
Slika 7. Mreža linija javnog gradskog prijevoza grada Beča

Izvor: <https://www.viennapass.de/generelles/fahrscheine> (1.6.2022.)

Cijela mreža javnog prijevoza je preko 1.150 km. Godišnje se preveze oko milijardu putnika. Planiraju se daljnja ulaganja u željeznički promet u smislu prometne politike usmjerene na budućnost. To bi trebalo omogućiti suočavanje s kontinuiranim povećanjem broja putnika u budućnosti. Osim toga, dijelovi grada koji su udaljeniji od puta trebaju biti povezani sa centrom. Wiener Linien modernizira svoj autobusni vozni park povećanom upotrebom e-buseva. Oslanjaju se na integraciju moderne tehnologije: uz mobilnu aplikaciju Vienna mobilni korisnik zna kada kreće sljedeći tramvaj, podzemna željeznica ili autobus. Informacije u stvarnom vremenu za sva stajališta, integrirane informacije o voznom redu i informacije o smetnjama olakšavaju kretanje javnim prijevozom.⁷⁰

Grafički prikaz WienMobil stanice je prikazana na Slici 8.

⁷⁰ <https://www.wien.info/de/ganz-wien/smart-city/smartemobilitaet-359184> (30.5.2022.)



Slika 8. Grafički prikaz WienMobil stanice

Izvor: <https://www.smartertogether.at/mobility-point-in-simmering/> (1.6.2022.)

Točka mobilnosti/pokretna stanica mjesto je koje objedinjuje različite ponude mobilnosti na malom području i tako ih povezuje lokalno i digitalno. Naime, na Simmeringer Platzu 1 (prikazano na Slici 8) napravljena je pokretna stanica koja pokriva potrebe lokalnog stanovništva, ali je na ovoj lokaciji namijenjena i drugim ciljnim skupinama.⁷¹

Na navedenim lokacijama je moguće i dijeljenje bicikla ili automobila.

4.2. PAMETAN GRAD BARCELONA

Barcelona je jedan od najvažnijih pametnih gradova u Europi i od 2012. godine koristi inovativne tehnologije za poboljšanje svakodnevnog života svojih stanovnika.

Koncept grada Barcelona kao pametnog grada je prikazana na Slici 9.

⁷¹ <https://www.smartertogether.at/mobility-point-in-simmering/> (30.6.2022.)



Slika 9. Koncept grada Barcelona kao pametnog grada

Izvor: <https://www.urban-hub.com/es/cities/la-ciudad-de-barcelona-gana-en-inteligencia/> (1.6.2022.)

Prometni sustav Barcelone (TMB) uveo je hibridne autobuse, solarne panele na autobusnim nadstrešnicama i mrežu dijagonalnih, vertikalnih i horizontalnih ruta, čime su autobusi postali češći i brži.

To također znači da se u 95% putovanja napravi najviše jedan transfer između bilo koje dvije destinacije u gradu.⁷²

Senzorski sustavi se također koriste za parkiranje u Barceloni. Ovi senzori, postavljeni ispod cesta, identificiraju dostupna parkirna mjesta i obavještavaju vozače.

Program je smanjio emisije i zagušenja usmjeravajući vozače na slobodna parkirna mjesta bez muke vožnje da ih pronađu.

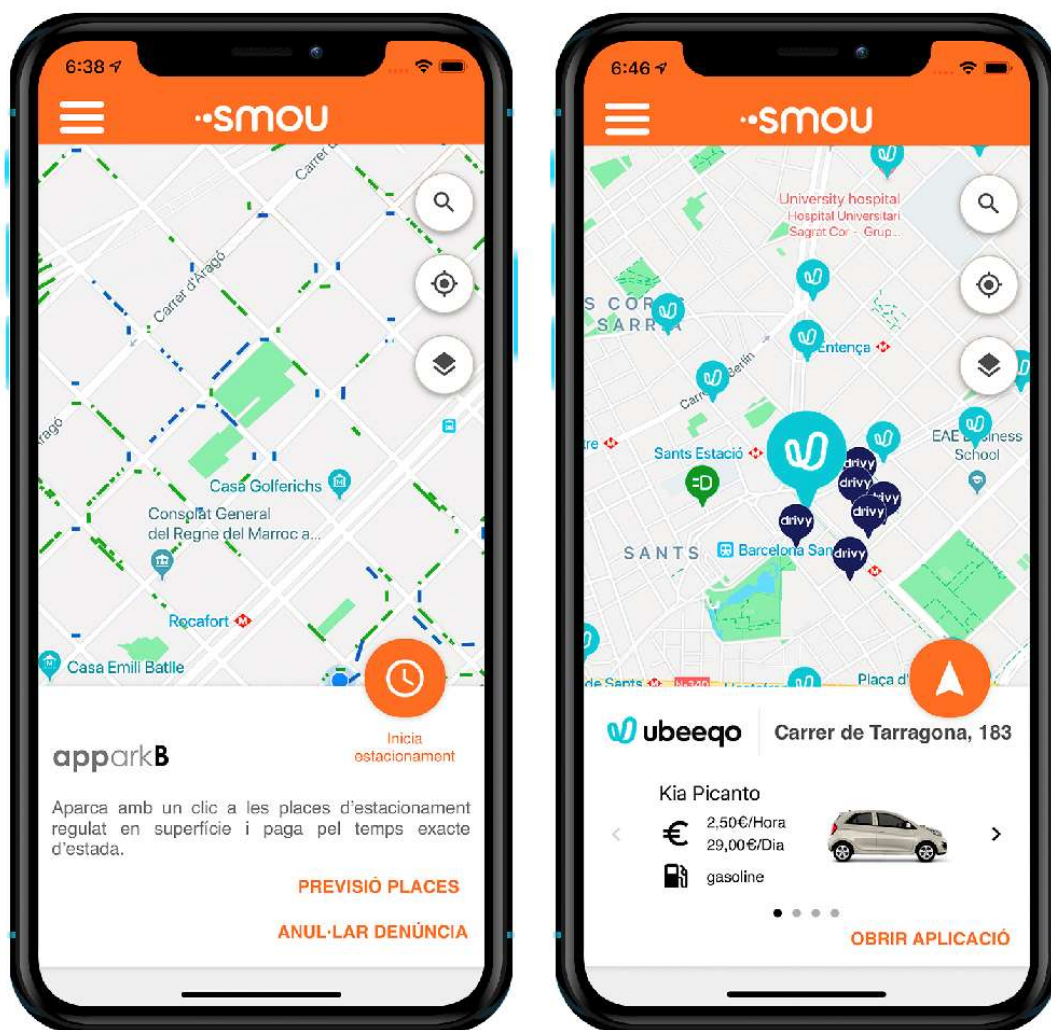
Uz aplikaciju također se može i platiti parking preko interneta.

Više od pola milijuna ljudi u gradu Barceloni koristi SMOU aplikaciju. Aplikacija koja omogućuje sve, od plaćanja plave zone do rezervacije bicikla ili pronalaska mjesta za električno punjenje. Besplatna i nadasve korisna aplikacija koja teži biti velika primjena gradske mobilnosti.⁷³

SMOU aplikacija je prikazana na Slici 10.

⁷² <https://www.bcn-advisors.com/barcelona-una-ciudad-inteligente-lider> (30.5.2022.)

⁷³ <https://stringfixer.com/tags/smou> (1.6.2022.)



Slika 10. Funkcionalnosti SMOU aplikacije

Izvor: <https://stringfixer.com/tags/smou> (1.6.2022.)

U aplikaciji zaposlenici mogu naći 150 garaža s više od 45.000 parkirnih mjesta⁷⁴, što dodatni poboljšava performanse aplikacije i olakšava stanovnicima život u gradu.

Postoje razne funkcionalnosti aplikacije gdje građani u bilo kojem trenutku mogu unaprijed vidjeti stanje s parking mjestima.

Na Slici 11. su prikazane stanice za bicikle.

⁷⁴ https://www.metropoliabierta.com/opinion/movilidad-inteligente-coche-barcelona_56263_102.html (1.6.2022.)



Slika 11. Stanice za bicikle

Izvor: https://www.viaempresa.cat/es/economia/bicicletas-electricas-bicing-barcelona_2155672_102.html

(30.5.2022.)

Prema podacima prikupljenim u Studiji Smart Spain Citizens 2015⁷⁵, građani imaju niz preferencija u pogledu urbane mobilnosti u nacionalnim pametnim gradovima. Neke od tih preferencija su sljedeće:

- 41% ispitanih izjavilo je da će promovirati javni prijevoz u pametnim gradovima, budući da onemogućavaju gradove, poboljšavaju okoliš i promiču zdravije stilove života.
- 20% bi promoviralo korištenje bicikla, što je u gradovima poput Barcelone već prava stvarnost,
- 16% smatra da bi nove tehnologije također trebale sniziti cijenu javnog prijevoza,
- 14% bi smanjilo broj privatnih vozila koja postoje u velikim gradovima,
- 10% bi promicalo korištenje električnih vozila koja su predana održivosti u Europi,
- 5% ispitanih izjavilo je da misli kako ideja pametnog grada neće biti realizirana.⁷⁶

⁷⁵ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221067072200155X> (30.5.2022.)

⁷⁶ <https://oasys-sw.com/barcelona-cjemplo-de-smart-city-en-europa/> (30.5.2022.)

Barcelona je jedan od vodećih svjetskih gradova u sustavima urbane mobilnosti, pripremljen za izazove sve digitalnije budućnosti. To se očituje u Deloitte City Mobility Indexu, gdje je Barcelona šesta na ljestvici pametnih gradova u sustavima mobilnosti.⁷⁷

4.3. PAMETNI GRAD SINGAPORE

Singapur je otočni grad-država koji se nalazi u jugoistočnoj Aziji na jugu Malajskog poluotoka, na vrhu poluotoka Malake. Također ga zbog njegovog strateški važnog položaja zovu "Azijski Gibraltar".⁷⁸

Kao grad s oskudnim zemljištem s rastućom populacijom, Singapuru je potrebna učinkovita prometna infrastruktura za nesmetano funkcioniranje. Zbog toga je prepoznao pametnu urbanu mobilnost kao jedan od rješenja.⁷⁹

Koristi digitalne tehnologije kako bi pronašao pametna rješenja koja poboljšavaju sustav javnog prijevoza i pružaju veću udobnost, praktičnost, pouzdanost i podršku viziji Singapura.⁸⁰

Budući da Singapur mnogo ulaže u unapređenje opcija mobilnog plaćanja, udio korisnika koji koriste mobilno plaćanje značajno je porastao u posljednjih nekoliko godina: s 34% u 2018. na 46% u 2019. Ovaj broj nastavlja rasti s obzirom na napredak pametnih telefona i tehnologiju plaćanja brzo se razvijaju.⁸¹

U gradskoj državi stariji su u potpunosti dio društva. Budući da Singapur ima jednu od najbrže starenja stanovništva u Aziji, singapurska vlada je životnim uvjetima starije populacije stavila prioritet. Stoga se usredotočuju na rješavanje tri glavna problema starijih osoba: usamljenost, nesreće kod kuće i nesreće na ulici. Jedan od načina na koji to rade je postavljanje starijih osoba usred stvari i omogućavanje lakših pristupa središnjim područjima za starije ljude uvođenjem autonomnih automobila kao što su kolica za golf. Na

⁷⁷ <https://www2.deloitte.com/kz/en/pages/consumer-industrial-products/articles/the-deloitte-city-mobility-index.html> (30.5.2022.)

⁷⁸ <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=56119> (16.6.2022.)

⁷⁹ <https://www.smartnation.gov.sg/initiatives/strategic-national-projects/smart-urban-mobility> (16.6.2022.)

⁸⁰ Ibidem.

⁸¹ <https://www.o-city.com/blog/how-singapore-became-the-worlds-poster-child-of-smart-cities> (16.6.2022.)

pojednim područjima proširili su nogostupe. Starije osobe imaju više vremena za prelazak ulice: kada pritisnu tipku na semaforu, svjetlo ostaje crveno dulje vrijeme.⁸²

U Singapuru, gradska uprava za tranzit gradi sustav prometne infrastrukture u koji svakodnevni autobusi mogu integrirati načine aktivne mobilnosti poput šetnje i vožnje biciklom s uslugama javnog prijevoza poput masovnog brzog tranzita i autobusa. Inicijativa 'Walk Cycle Ride' nudi nacionalne prednosti:

- potiče živopisnije prostore za rekreaciju,
- promiče održivu upotrebu energije i smanjuje zagađenje.

Primjenom naprednih tehnologija u mobilnosti grad omogućava građanima da vode aktivniji životni stil kroz prikladan i isplativ prijevoz.⁸³

4.4. PAMETAN GRAD GLASGOW

Putem europskog projekta RUGGEDISED, Grad Glasgow radi na implementaciji širokog spektra pametnih gradskih rješenja na svojoj 'Pametnoj ulici'. Uoči domaćinstva COP26, postajanje pametnim gradom je bio sastavni napora Grada da se pozabavi klimatskim promjenama, kvalitetom zraka, nestašicom goriva i infrastrukturom koja stari kroz povećanu upotrebu tehnologije za poboljšanje kvalitete života svih.

Konferencija Ujedinjenih naroda o klimatskim promjenama 2021., pod nazivom COP26, bila je 26. konferencija Ujedinjenih naroda o klimatskim promjenama, održana u SEC centru u Glasgou, Škotska, Ujedinjeno Kraljevstvo, od 31. listopada do 13. studenog 2021.

Ciljevi grada Glasgowa za održivu pametnu mobilnost su bili sljedeći:

- maksimiziranje potrošnje iz lokalne proizvodnje energije,
- povećanje korištenja električnih vozila za poboljšanje kvalitete zraka i smanjenje emisije CO₂,

⁸² Ibidem.

⁸³ <https://pametni-gradovi.eu/sastavnice-pametnog-града/smart-projekti-gradovi/3-razloga-zbog-kojih-je-singapur-najpametniji-grad-na-svijetu/> (20.6.2022.)

- demonstriranje da se punjenje električnih vozila, inteligentna ulična rasvjeta i drugi kontrolirani sustavi mogu koristiti u sustavu upravljanja na strani potražnje za upravljanje različitim opterećenjima u električnoj mreži,
- stvaranje modela ugovora za lokalne proizvođače i potrošače za bolju raspodjelu topline i energije,
- razvoj analitičkog mehanizma za nadogradnju implementiranih rješenja.⁸⁴

Glasgow je 2013. godine pobijedio na natjecanju dobivši 24 milijuna funti od "Innovate UK" kako bi pokazao kako će funkcionirati gradovi budućnosti.

Ovo financiranje namijenjeno je istraživanju inovativnih načina korištenja tehnologije i podataka kako bi se život u gradu učinio sigurnijim, pametnijim i održivijim.⁸⁵

Od integriranih sustava za rješavanje energetske i zdravstvene pitanja, do poboljšanja transporta i mobilnosti, Glasgow razvija niz inicijativa za izlaganje potencijala koje nudi tehnologija pametnih gradova.

U želji da Glasgow bude pametni europski grad, postavili su određene ciljeve još 2013. Godine:

- postavljanje vizije grada,
- angažiranje svih aspekata društva u definiranju ishoda — korisnika, građana, poduzeća i trgovine,
- primjena suradničkog vodstva i dijeljenje podataka,
- privlačenje financijskih sredstava i angažman privatnog sektora,
- rad u različitim disciplinama i gradskim sustavima,
- pružanje poboljšanja koja pružaju bolje usluge i kvalitetu života građanima sada i za budućnost.⁸⁶

U sklopu izgradnje održivog plana Glasgowu je napravio novu stanicu lokalnog prijevoza koja je prikazana u nastavku na Slici 12.

⁸⁴ <https://cordis.europa.eu/article/id/415394-glasgow-pushes-on-with-implementation-of-smart-and-sustainable-solutions-in-european-project> (25.6.2022.)

⁸⁵ Ibidem.

⁸⁶ Ibidem.



Slika 12. Nova stanica lokalnog prijevoza grada Glasgowa-a

Izvor: <https://www.glasgowlive.co.uk/news/glasgow-news/glasgow-mini-transport-stations-renting-23421800> (25.6.2022.)

Nova stanica lokalnog prijevoza u Glasgou se nalazi u središtu grada te stanovnici mogu iznajmiti automobil, bicikl, e-skuter ili čekati autobus ili vlak.

U prometnoj strategiji Glasgowa, koja je odobrena 2021. godine, navedeno je da će vijeće razmotriti potencijal uvođenja čvorišta mobilnosti u grad.⁸⁷

Cilj im je pružiti druge jednostavne mogućnosti putovanja za stanovnike umjesto da se voze osobnim automobilima.⁸⁸

Prostori lokalne zajednice također nudi pristup taksijima i punjačima za električna vozila te se povezuje s biciklističkim stazama.

Najam električnog skutera također je moguć nakon što je legaliziran u Škotskog, krajem 2021. godine.⁸⁹

⁸⁷ Ibidem.

⁸⁸ Ibidem.

⁸⁹ <https://www.glasgowlive.co.uk/news/glasgow-news/glasgow-mini-transport-stations-renting-23421800> (25.6.2022.)

4.5. PAMETNI GRADOVI NJEMAČKE

Njemačka je velika europska zemlja koja već dugi niz godina radi na tome da što veći broj njezinih gradova bude pametno i održivo, također rade na održivoj mobilnosti i želja im je biti vodeća u tome.

U Tablici 3. su prikazani vodeći pametni gradovi Njemačke.

Tablica 3. Vodeći pametni gradovi Njemačke

Grad	Indeks vodećih pametnih gradova u Njemačkoj 2021
Hamburg	88,13
Cologne	89,31
Karlsruhe	73,19
Munich	72,74
Darmstadt	72,52
Dresden	72,49
Bochum	71,19
Stuttgart	71,12
Berlin	70,25
Freiburg im Breisgau	69,13

Izvor: Izrada autorice prema <https://www.statista.com/statistics/1233294/smart-cities-ranking-germany/>

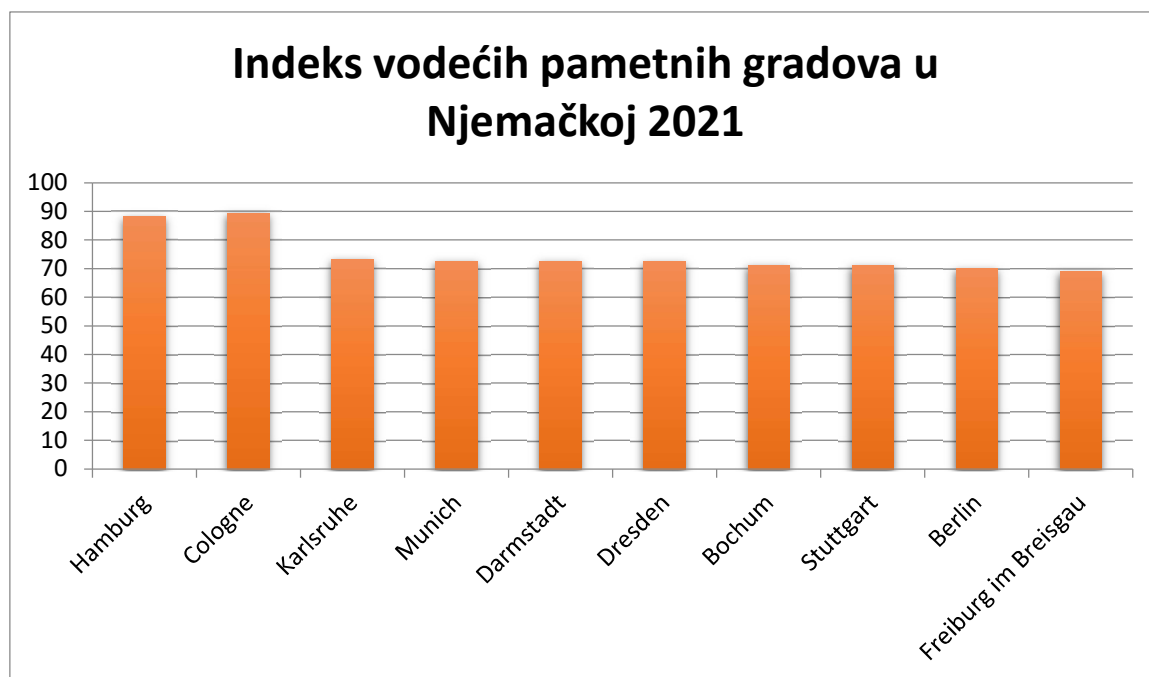
(26.6.2022.)

Vodeći njemački pametni grad u 2021. godini je bio Hamburg s ocjenom indeksa od 88,13. Različiti njemački gradovi ispitivani su prema različitim osovinama kao što su uprava, informacije, okoliš, mobilnost i društvo u prethodnoj godini.

Ovih pet osi dijelilo je 38 različitih pokazatelja kako bi imali najprecizniji mogući indeks, što je rezultiralo indeksom pametnog grada. Usporedbe radi, Berlin je imao indeks 70,25, dok je München iznosio 72,74.⁹⁰

⁹⁰ <https://www.statista.com/statistics/1233294/smart-cities-ranking-germany/> (26.6.2022.)

U nastavku su na Grafikonu 1. grafičkim prikazom prikazani vodeći pametni gradovi Njemačke.



Grafikon 1. Vodeći pametni gradovi Njemačke

Izvor: Izrada autorice prema <https://www.statista.com/statistics/1233294/smart-cities-ranking-germany/>

(26.6.2022.)

Sjeverna Njemačka je postigla punu ocjenu u gotovo svim pokazateljima, primjerice u pametnom upravljanju prometom, pametnom parkiranju ili s opsežnom ponudom dijeljenja. Zahvaljujući aplikaciji, korisnici mogu odabrati najbržu rutu od svih dostupnih prijevoznih sredstava i rezervirati potrebne karte.

Osim toga, inovativni projekt mobilnosti omogućuje autonomnu vožnju u hamburškom Hafen Cityju.⁹¹

Hamburg raste. Prognoze govore o porastu od 100.000 stanovnika do 2030. Čak ni klimatske promjene ne staju samo na Hamburgu, ušteda CO2 postaje sve potrebija.

Kako bi se suprotstavili ovim i drugim izazovima, pametna rješenja postaju sve važnija.⁹²

⁹¹ <https://next.ergo.com/en/Smart-Data/2021/smart-cities-networks-urban-planning-management-telecommunications-infrastructure-chatbots-mobility-GAIA-X-Bitkom.html> (25.6.2022.)

⁹² Ibidem.

Pitanje kako se procesi transformacije povezani s ovim zahtjevima mogu osmisliti u središtu je EU projekta "mySMARTLife" koji su zajednički razvili Hamburg, finska prijestolnica Helsinki i francuski grad Nantes, a koji je sada dobio ugovor od strane Europska komisija.

Pet godina će tri grada partnera i takozvani gradovi sljedbenici Varna (Bugarska), Bydgoszcz (Poljska), Rijeka (Hrvatska) i Palencia (Španjolska) konkretnim mjerama i projektima pokazati nove načine i strategije kako gradovi mogu prilagoditi se aktualnim izazovima i aktivno uključiti građane u procese donošenja odluka.⁹³

Lokalni javni prijevoz s podzemnom željeznicom i prigradskim vlakovima, autobusima i taksijima nadopunjuju ponude poput dijeljenja automobila ili najma bicikala. Mnoge od ovih usluga inteligentno povezuju samo aplikacije.

Na primjer, "Switchh", projekt tvrtke "Hamburger Hochbahn AG", nadopunjuje lokalni javni prijevoz:

- dijeljenjem automobila,
- iznajmljivanjem bicikala.⁹⁴

Aplikacija prikazuje te alternative ako postoje problemi s javnim prijevozom zbog kašnjenja ili građevinskih radova, a zatim im pruža neki popusti, za zbrinjavanje.⁹⁵

Projekt "Switchh" znači ponudu mobilnosti koja je jedinstvena u svijetu: jednostavan, umreženi pristup najrazličitijim oblicima mobilnosti, lokalnim javni prijevoz s jedne strane s autobusom, podzemnom željeznicom i S-Bahn vlakom, rent-a-car i dijeljenjem automobila do bicikla i taksija s druge strane te se manifestira kao ponuda informacija i rezervacija na internetu i mobilna aplikacija za u pokretu kao i prvo pravo prometno čvorište na stanici Berliner Tor.⁹⁶

⁹³ <https://www.hamburg.de/bsw/lgv-gremien-projekte/7967698/my-smart-life/> (24.6.2022.)

⁹⁴ Ibidem.

⁹⁵ Ibidem.

⁹⁶ <https://www.metten.com/the-references/Railway-stations/ref/berliner-tor-hamburg/> (24.6.2022.)

Prikazano stajalište na istoku središta grada Hamburga treće je po veličini čvorište za lokalni javni prijevoz s odgovarajućim velikim brojem putnika. Ovdje se spajaju tri važne linije podzemne željeznice, šest linija prigradske željeznice i razne autobusne veze.⁹⁷

Čvorište za lokalni javni prijevoz putnika u Hamburgu je prikazano na Slici 13.



Slika 13. Čvorište za lokalni javni prijevoz putnika u Hamburgu

Izvor: <https://www.metten.com/the-references/Railway-stations/ref/berliner-tor-hamburg/> (24.6.2022.)

Optimiziran je pristup S-Bahnu i U-Bahnu, stvorena su nova parkirna mjesta za bicikle, uključujući sigurna parkirna mjesta za bicikle, a dodani su i bicikli za iznajmljivanje od Deutsche Bahna. Na rubovima trga nalazilo se taksi stajalište i autobusno stajalište. Na novonastaloj površini također je napravljeno osam car2go car sharing mjesta i deset Europcar rent-a-car parkirnih mjesta. Putnici koji dolaze ili putuju na posao ne samo da mogu nastaviti biciklom, taksijem ili autobusom, već također mogu rezervirati car2go ili rent-a-car u pokretu putem interneta ili aplikacije, koji će ih odvesti od autobusne stanice Berliner Tor do njihovog odredišta.

4.6. PAMETNI GRAD RIJEKA

Glavni ciljevi održivog razvoja te prioriteta zaštite okoliša Grada Rijeke, opisani su u glavnim dokumentima prostornog uređenja (Prostornom planu uređenja Grada Rijeke i Generalnom urbanističkom planu):

⁹⁷ Ibidem.

- osigurati održivo korištenje prirodnih dobara za dobrobit sadašnjih i budućih naraštaja, bez bitnog oštećivanja dijelova prirode i uz što manje narušavanja ravnoteže njezinih sastavnica,
- postići prvu kategoriju kakvoće zraka,
- osigurati dovoljne količine čiste vode za piće za uporabu u osnovnu svrhu te drugih voda takve kakvoće, uključivo mora, kako bi se osiguralo nesmetano korištenje voda u dopuštene namjene,
- postići takvo stanje u prostoru da stanovništvo ne trpi posljedice prekomjerne buke, posebno one koja ometa san,
- osigurati provođenje mjera za postupanje s komunalnim otpadom, uz korištenje centralne zone za (zajedničku) obradu, skladištenje i trajno odlaganje komunalnog i neopasnoga tehnološkog otpada, pri čemu na području grada treba osigurati prostor i izgraditi građevine za odvojeno skupljanje, prijevoz i primarnu reciklažu komunalnog otpada,
- osigurati što povoljnije uvjete očuvanja i slobodnog razvoja prirodnog okoliša,
- uspostaviti integralni sustav za upravljanje okolišem.⁹⁸

Zadovoljavanje potrebe za mobilnost ljudi i robe neophodno je za vitalnost grada Rijeke i dobro funkcioniranje transportnog sustava te je od vitalne važnosti za dobar život u gradu Rijeci.

Korištenje javnog prometa ovisi o privlačnosti pješačkog i biciklističkog prometa. Tko ne može relativno komotno, jednostavno, sigurno i brzo pješice ili biciklom doći do sredstva javnog prijevoza, neće ga niti koristiti. Trenutno su površine za pješčenje u gradu Rijeci izrazito "neprijateljske", a sve zbog usmjerenosti na automobilski promet. Za promicanje javnog prijevoza stoga su neophodne dobre pješačke i biciklističke staze i njihova optimalna usklađenost sa sredstvima javnog prijevoza, a njihovom izgradnjom može se povećati udio sporog prometa koji štedi energiju i ne uzrokuje emisije.⁹⁹

Ključ strategije zdravoga prometa je u smanjivanju prometa motornih vozila. Kapacitet cestovnoga sustava ne bi trebalo povećavati iz razloga što cestovni promet potiče dodatna putovanja autom i izaziva probleme vezane za zagađenost zraka i (ponekad) nesreće,

⁹⁸ <https://www.rijeka.hr teme-za-gradane/stanovanje-i-gradnja/energetska-ucinkovitost-zastita-okolisa/> (16.5.2022.)

⁹⁹ <https://mmpi.gov.hr/vijesti-8/informacija-strategija-odrzive-i-pametne-mobilnosti/22500> (15.6.2022.)

potiskuje namjeru pješaćenja, korištenja bicikla ili autobusa. Nasuprot tome, cestovni kapacitet se može progresivno smanjivati na način da se:

- prošire pločnici i očuva sigurnost pješaka,
- naprave posebne biciklističke staze i poduzmu mjere kako bi se biciklistima dao prioritet na raskrižjima,
- poskupljenje cijene vožnje povećanjem cijene goriva i parkinga,
- uvođenje novih tehnologija u izradi motornih vozila, kako bi ona bila manje opasna za okoliš, zdravlje i korištenje,
- uvesti integralni sustav za kontrolu i usmjeravanje prometa.¹⁰⁰

Vodeći pametni gradovi Hrvatske su prikazani u Tablici 4.

Tablica 4. Vodeći pametni gradovi Hrvatske

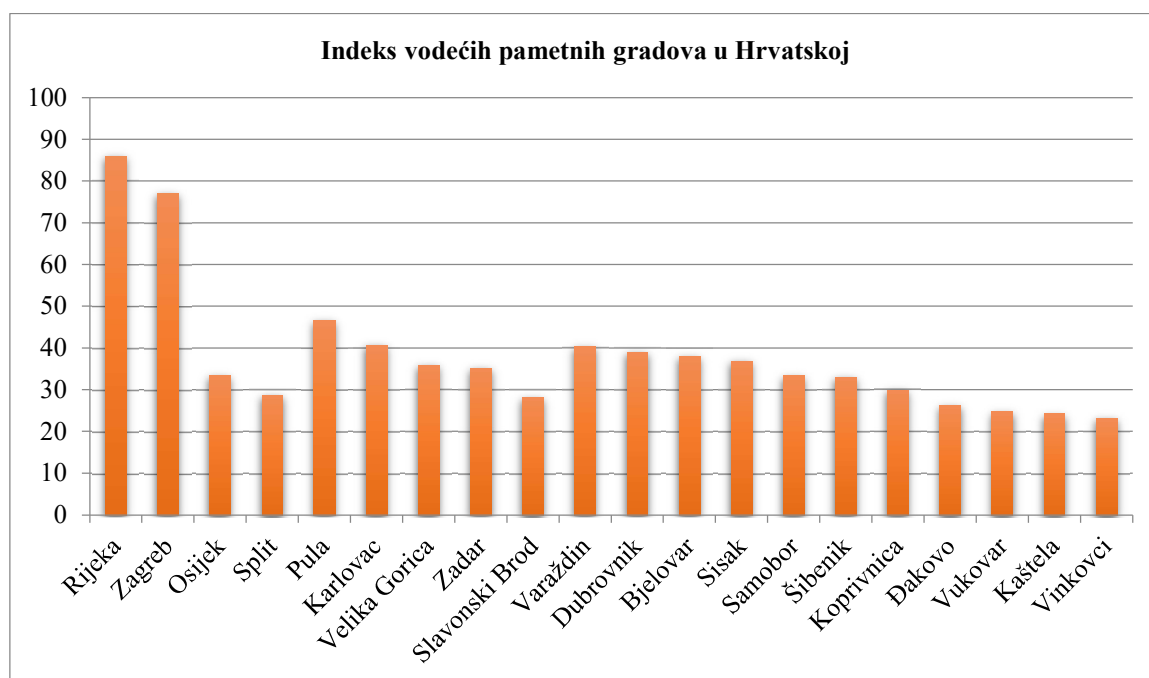
Grad	Indeks vodećih pametnih gradova u Hrvatskoj
Rijeka	85,92
Zagreb	77,12
Osijek	33,37
Split	28,74
Pula	46,57
Karlovac	40,70
Velika Gorica	35,76
Zadar	35,11
Slavonski Brod	28,18
Varaždin	40,31
Dubrovnik	38,96
Bjelovar	38,01
Sisak	36,88
Samobor	33,31
Šibenik	32,96
Koprivnica	29,84
Đakovo	26,35
Vukovar	24,78

¹⁰⁰ <https://core.ac.uk/download/pdf/197878072.pdf> (15.6.2022.)

Kaštela	24,18
Vinkovci	23,22

Izvor: Izrada autorice prema <https://www.rijeka.hr/grad-rijeka-najbolji-u-hrvatskoj-u-kategoriji-smart-city-pametni-grad/> (26.6.2022.)

Grafički prikaz vodećih pametnih gradova Hrvatske je prikazan na Grafikonu 2.



Grafikon 2. Vodeći pametni gradovi Hrvatske

Izvor: Izrada autorice prema <https://www.rijeka.hr/grad-rijeka-najbolji-u-hrvatskoj-u-kategoriji-smart-city-pametni-grad/> (26.6.2022.)

Neki od kriterija koji su u utvrđivanju Smart city standarda bili vrednovani tiču se:

- pametne administracije – upotreba tehnologija u samom radu gradskih uprava,
- e-usluge,
- e-građani,
- tehnološki inkubatori, poticaji gradova za poduzeća koja se bave ICT tehnologijom,
- komunalija – e-računi, ušteda energije kroz pametnu javnu rasvjetu,
- transport - pametni parking, infrastruktura (semafori, kružni tokovi), javni prijevoz usklađen uporabom tehnologija,
- sigurnosti – upotreba tehnologija u sigurnosti građana, otkrivanje/sprečavanje kriminala, javni alarmi,

- život zajednice – pametni parkovi, javni WIFI itd.¹⁰¹

Sustav automatskog upravljanja prometom u Gradu Rijeci svojim tehnološkim mogućnostima ima za cilj optimalno vođenje prometa u zadanim uvjetima.¹⁰²

Suvremena tehnologija vođenja prometa omogućuje upravljanje svjetlosnom prometnom signalizacijom u ovisnosti o stvarnim (trenutnim) prometnim opterećenjima na prometnoj mreži.

Za projektiranje sustava te za nadzor njegove izgradnje odgovoran je Stručni tim sastavljen od:

- predstavnika Grada,
- Hrvatskih cesta,
- Županijske uprave za ceste,
- Fakulteta prometnih znanosti iz Zagreba,
- Prometne policije,
- Rijeka prometa.¹⁰³

Po zamisli Stručnog tima, cjelokupno područje Grada Rijeke podijeljeno je u pet prometnih zona u kojima je u funkciji 80 semaforiziranih raskrižja. Od njih je u sustav automatskog upravljanja prometom danas uključeno 44 raskrižja na širem području Grada koja su opremljena semaforskim uređajima najsuvremenije ITS tehnologije.¹⁰⁴

¹⁰¹ <https://www.rijeka.hr/grad-rijeka-najbolji-u-hrvatskoj-u-kategoriji-smart-city-pametni-grad/> (26.6.2022.)

¹⁰² www.rijekapromet.hr (26.6.2022.)

¹⁰³ Ibidem.

¹⁰⁴ Ibidem.

5. ZAKLJUČAK

Potreba za održivom i pametnom mobilnošću postaje sve kritičnija u urbanim područjima diljem svijeta. Mobilnost je ključna za stvaranje zelenog, pametnog i održivog grada.

Automobilske tehnologije dobivaju na značaju u modernim sustavima upravljanja cestovnim prometom jer broj cestovnih vozila i putnika naglo raste. Stalno postoji potreba za sigurnosnom automatizacijom prometa, a prometni inženjering omogućava dinamičku ili statičku analizu i sintezu tehnologija automobilskih vozila.

Automatsko upravljanje u prometu ima cilj optimizaciju prometa, a za to je potrebno prikupiti brojne informacije i parametre, analizirati i obraditi ih te i primijeniti kako bi se stvorila veća efikasnost prometnice. Automatsko upravljanje u prometu ne bi se moglo odvijati bez središnjeg računala i senzora koji zajedno tvore efikasan i moderan sustav.

Automatsko upravljanje u prometu olakšava prometni tok uz pravovremenu reakciju u svakoj opasnoj situaciji. To pomaže u proaktivnom upravljanju prometnom mrežom i istovremeno poboljšava iskustvo putovanja.

Gradovi diljem svijeta rastu brzinom koju nitko nije mogao predvidjeti u prošlosti. Uz mnoge dostupne mogućnosti, ljudi su sada potaknuti da se presele u urbana područja u potrazi za poboljšanjem kvalitete života.

Svjetske metropole suočene su s velikim izazovima. Sve veći broj useljenika, posljedice klimatskih promjena i potreba za smanjenjem CO2 zahtijevaju strategije u planiranju i provedbi pametnih rješenja za suživot, mobilnost, proizvodnju i potrošnju.

Pametni gradovi su općine i urbana područja koja primjenjuju povezane tehnologije i IoT rješenja za poboljšanje svega, od kritične infrastrukture i javne sigurnosti pa sve do prometa i mobilnosti. Glavni cilj pametnog grada je optimizirati funkcije grada i promicati

gospodarski rast uz istovremeno poboljšanje kvalitete života građana korištenjem pametnih tehnologija i analize podataka. Vrijednost leži u tome kako se ova tehnologija koristi, a ne samo u tome koliko je tehnologije dostupno.

Pametni gradovi rastu i cvjetaju u svim dijelovima svijeta. Kvaliteta života što uključuje okoliš, sigurnost, pristup zdravstvenim i obrazovnim uslugama, mobilnost i društvena interakcija su sve istaknutije težnje za pametne gradove diljem svijeta.

Ne postoji jedinstvena definicija pametnog grada. Međutim, postoji niz zajedničkih komponenti, uključujući pametno zdravlje, pametnu vladu, pametne zgrade i otvorene podatke. Pametan prijevoz, poznat i kao pametna mobilnost jedan je od najvažnijih faktora pametnih gradova. Pametna mobilnost sama po sebi već može donijeti koristi. No, može se integrirati i u pametne gradove. U ovom radu navedeni su primjeri hrvatskih gradova te gradova u nekim drugim državama koji pametno primjenjuju pametnu mobilnost u kombinaciji sa održivošću.

LITERATURA

1) KNJIGE

1. Bošnjak, I.: Razvoj inteligentnih transportnih sustava, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.
2. Luburić, G.: Metode sigurnosti u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.

2) ČLANCI U ČASOPISIMA

3. Lloret J., Ahmed, S. H., Rawat, D. B., Ejaz, W., and Yu, W., "Editorial on wireless networking technologies for smart cities," Wireless Communications and Mobile Computing, vol. 2018, Article ID 1865908, 3 pages, 2018.
4. Arat, M. A., Singh, K. B., Taheri, S., An Intelligent Tire Based Adaptive Vehicle Stability Controller International Journal of Vehicle Design, vol. 65, Nos. 2/3 2014.

3) ELEKTRONIČKI IZVORI

5. ADIMOT, Intelligent Traffic Systems Urban Traffic, https://www.sice.com/sites/Sice/files/2016-12/UT_ADIMOT.pdf (20.5.2022.)
6. <http://ocw.nctu.edu.tw/upload/classbfs121112032755485.pdf> (20.5.2022.)
7. http://wardsauto.com/ar/Intelligent_tires_debut_100624/ (23.6.2022.)
8. http://www.motorauthority.com/news/1044745_pirelli-schrader-team-up-for-computerized-cyber-tire (23.6.2022.)

9. <https://aryaomnitalk.com/advanced-traffic-management-system-atms/> (16.6.2022.)
10. <https://cordis.europa.eu/article/id/415394-glasgow-pushes-on-with-implementation-of-smart-and-sustainable-solutions-in-european-project> (25.6.2022.)
11. <https://core.ac.uk/download/pdf/197878072.pdf> (15.6.2022.)
12. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_6727, (20.5.2022.)
13. https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en (18.5.2022.)
14. https://energy.ec.europa.eu/topics/research-and-technology/strategic-energy-technology-plan_en (20.5.2022.)
15. <https://energy-cities.eu/best-practice/smart-citizen-participation-in-vienna/> (30.5.2022.)
16. <https://mmpi.gov.hr/vijesti-8/informacija-strategija-odrzive-i-pametne-mobilnosti/22500> (15.6.2022.)
17. <https://mobiletyreshop.com.au/what-are-intelligent-tyres/> (23.6.2022.)
18. <https://next.ergo.com/en/Smart-Data/2021/smart-cities-networks-urban-planning-management-telecommunications-infrastructure-chatbots-mobility-GAIA-X-Bitkom.html> (25.6.2022.)
19. <https://oasys-sw.com/barcelona-ejemplo-de-smart-city-en-europa/> (30.5.2022.)
20. <https://pametni-gradovi.eu/sastavnice-pametnog-gradova/smart-projekti-gradovi/3-razloga-zbog-kojih-je-singapur-najpametniji-grad-na-svijetu/> (20.6.2022.)
21. <https://peek.hr/proizvodi/imcity/> (16.5.2022.)
22. <https://rno-its.piarc.org/en/network-control-traffic-management-traffic-control/urban-traffic-management> (18.5.2022.)
23. <https://smartcity.wien.gv.at/> (30.5.2022.)
24. <https://smartcity.wien.gv.at/ampeln-die-mitdenken/> (30.5.2022.)
25. <https://stringfixer.com/tags/smou> (1.6.2022.)
26. <https://theconsthttps://www.timesofisrael.com/gearing-up-for-smart-car-revolution-israel-sees-need-for-strategic-road-map/> (25.6.2022.)
27. <https://theconstructor.org/transportation/intelligent-transportation-system/1120/> (22.5.2022.)
28. <https://tomorrow.city/a/smart-mobility-definition-solutions-and-all-you-need-to-know> (10.6.2022.)
29. <https://www.aindralabs.com/what-is-intelligent-transportation-system-its-applications-and-examples/>, (20.5.2022.)

30. https://www.aplustopper.com/smart-city-advantages-and-disadvantages/#Advantages_of_Smart_City (16.5.2022.)
31. <https://www.aplustopper.com/smart-city-advantages-and-disadvantages/> (16.5.2022.)
32. <https://www.atheneum.ai/2019/02/21/smart-vehicles/> (26.6.2022.)
33. <https://www.axxonsoft.com/products/integration/traffic-control/smart-traffic-control> (23.6.2022.)
34. <https://www.axxonsoft.com/products/psim> (22.6.2022.)
35. <https://www.bcn-advisors.com/barcelona-una-ciudad-inteligente-lider> (30.5.2022.)
36. <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=56119> (16.6.2022.)
37. <https://www.glasgowlive.co.uk/news/glasgow-news/glasgow-mini-transport-stations-renting-23421800> (25.6.2022.)
38. <https://www.hamburg.de/bsw/lgv-gremien-projekte/7967698/my-smart-life/> (24.6.2022.)
39. <https://www.hindawi.com/journals/wcmc/2020/8841893/fig1/> (16.5.2022.)
40. <https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/101242/developing-smart-mobility-for-smart-cities/> (22.6.2022.)
41. <https://www.metten.com/the-references/Railway-stations/ref/berliner-tor-hamburg/> (24.6.2022.)
42. <https://www.nokiantyres.com/company/news-article/smart-tires-are-coming-how-consumers-will-benefit-from-sensor-technology/> (16.6.2022.)
43. <https://www.o-city.com/blog/how-singapore-became-the-worlds-poster-child-of-smart-cities> (16.6.2022.)
44. <https://www.rijeka.hr/grad-rijeka-najbolji-u-hrvatskoj-u-kategoriji-smart-city-pametni-grad/> (26.6.2022.)
45. <https://www.rijeka.hr teme-za-gradane/stanovanje-i-gradnja/energetska-ucinkovitost-zastita-okolisa/> (16.5.2022.)
46. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221067072200155X> (30.5.2022.)
47. https://www.sensoworks.com/a-really-smart-city-concept_9412 (18.5.2022.)
48. <https://www.sice.com/en/news/sice-installs-its-mobility-management-tool-adimot-traffic-management-system-huelva> (13.6.2022.)
49. https://www.sice.com/sites/Sice/files/2016-12/UT_ADIMOT.pdf (20.5.2022.)
50. https://www.sice.com/sites/Sice/files/2016-12/UT_ADIMOT.pdf (20.5.2022.)

51. <https://www.slideshare.net/peterashley66/imflow-adaptive-traffic-management-system> (14.5.2022.)
52. <https://www.smartertogether.at/mobility-point-in-simmering/> (1.6.2022.)
53. <https://www.smartnation.gov.sg/initiatives/strategic-national-projects/smart-urban-mobility> (16.6.2022.)
54. <https://www.statista.com/statistics/1233294/smart-cities-ranking-germany/> (26.6.2022.)
55. <https://www.urban-hub.com/es/cities/la-ciudad-de-barcelona-gana-en-inteligencia/> (1.6.2022.)
56. https://www.viaempresa.cat/es/economia/bicicletas-electricas-bicing-barcelona_2155672_102.html (30.5.2022.)
57. <https://www.washingtonpost.com/technology/2021/06/16/goodyear-smart-car-tires/> (16.6.2022.)
58. <https://www.wien.gv.at/regierungsabkommen2020/smart-city-wien/smartemobilitat/> (30.5.2022.)
59. <https://www2.deloitte.com/kz/en/pages/consumer-industrial-products/articles/the-deloitte-city-mobility-index.html> (30.5.2022.)
60. SWARCO Croatia d.o.o., ImCity <https://peek.hr/proizvodi/imcity/> (20.5.2022.)
61. The SCOOT Urban Traffic Control System, <http://ocw.nctu.edu.tw/upload/classbfs121112032755485.pdf> (20.5.2022.)
62. Upravljanje automatskim sustavom u gradu Rijeci, <https://smart-ri.hr/primjeri-dobrih-praksi-upravljanja-prometom-u-gradovima/> (20.5.2022.)
63. www.rijekapromet.hr (26.6.2022.)

KAZALO KRATICA

Kratika	Puni naziv na stranom jeziku	Tumačenje na hrvatskom jeziku
ABS	engl. Anti-lock braking system	Sustav protiv blokiranja kočnica
ATCS	engl. Automated traffic control systems	Automatizirani sustavi kontrole prometa
ATMS	engl. ATMS, Advanced Traffic Management System	Napredni sustav upravljanja prometom
ESP	engl. Electronic Stability Program	Elektronički program stabilnosti
GSM	engl. Global System for Mobile Communications	Globalni sustav za mobilne komunikacije
IKT	engl. Information and communication technology	Informacijsko komunikacijska tehnologija
IoT	engl. Internet of Things	Internet stvari
PSIM	engl. Physical security information management	Upravljanje informacijama o fizičkoj sigurnosti
PT	engl. Priority of public transport	Prioritet javnog prijevoza
SAPS	engl. System Activated Plan Selection	Odabir plana aktiviranog sustavom
SCOOT	engl. Split Cycle Offset Optimization Technique	Tehnika optimizacije pomaka podijeljenog ciklusa

POPIS TABLICA

Tablica 1. Mogućnosti ImFlow sustava.....	12
Tablica 2. Strategija grada Beča.....	31
Tablica 3. Vodeći pametni gradovi Njemačke	44
Tablica 4. Vodeći pametni gradovi Hrvatske	49

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Vodeći pametni gradovi Njemačke.....	45
Grafikon 2. Vodeći pametni gradovi Hrvatske.....	50

POPS SLIKA

Slika 1. Inteligentni sustav kontrole prometa.....	5
Slika 2. Način funkcioniranja automatiziranog sustava kontrole prometa.....	6
Slika 3. ImCity sustav.....	14
Slika 4. Prikaz ADIMOT sustava.....	16
Slika 5. Arhitektura SCOOT sustava.....	18
Slika 6. Način na koji rade inteligentni transportni sustavi.....	21
Slika 7. Mreža linija javnog gradskog prijevoza grada Beča	35
Slika 8. Grafički prikaz WienMobil stanice	36

Slika 9. Koncept grada Barcelona kao pametnog grada.....	37
Slika 10. Funkcionalnosti SMOU aplikacije	38
Slika 11. Stanice za bicikle.....	39
Slika 12. Nova stanica lokalnog prijevoza grada Glasgowu-a	43
Slika 13. Čvorište za lokalni javni prijevoz putnika u Hamburgu.....	47

POPIS SHEMA

Shema 1. Inteligentni sustavi guma	24
--	----