

Analiza i razvoj urbane prometne infrastrukture s naglaskom na ekološke aspekte i primjenu novih tehnologija

Dombaj, Matija

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:667604>

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

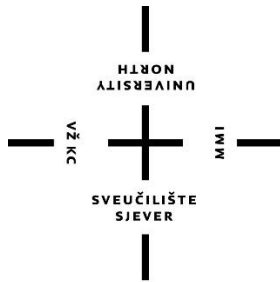
Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-28**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





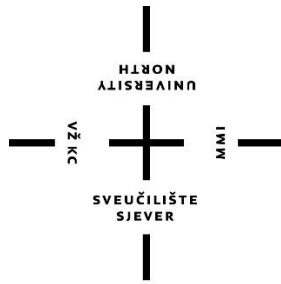
**Sveučilište
Sjever**

Završni rad br. 029/LIM/2024

**ANALIZA I RAZVOJ URBANE PROMETNE
INFRASTRUKTURE S NAGLASKOM NA EKOLOŠKE
ASPEKTE I PRIMJENU NOVIH TEHNOLOGIJA**

Matija Dombaj, 0336054917

Varaždin, Rujan 2024. godine



**Sveučilište
Sjever**

Logistika I mobilnost

Završni rad br. 059/LIM/2024

**ANALIZA I RAZVOJ URBANE PROMETNE
INFRASTRUKTURE S NAGLASKOM NA EKOLOŠKE
ASPEKTE I PRIMJENU NOVIH TEHNOLOGIJA**

Student

Matija Dombaj, 0336054917

Mentor

Ivan Cvitković, mag.ing.traff

Varaždin, Rujan 2024. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za logistiku i održivu mobilnost		
STUDIJ	Logistika i mobilnost		
ODGOVORNA OSOBA	Mašja Dombaj	MATIČNI BROJ	0336054917
DATA	09.09.2024.	KOLIKO	Urbana prometna infrastruktura
NASLOV RADA	Analiza i razvoj urbane prometne infrastrukture s naglaskom na ekološke aspekte i primjenu novih tehnologija		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Analysis of urban traffic infrastructure development with a focus on ecological aspects and the application of new technologies		
MENTOR	Ivan Cvitković, mag. ing. traff.	PREDAVAC	Predavač
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. Ante Klečina, predavač, predsjednik 2. Petra Tišler Kovač, predavač, članica 3. Ivan Cvitković, predavač, mentor 4. doc. dr. sc. Vesna Sesar, zamjenska članica 5.		

Zadatak završnog rada

BRZO: 059/LIM/2024

OPIS

Tema ovog završnog rada je analiza urbane prometne infrastrukture. U uvodnom dijelu rada bit će obrađena povijest razvoja urbane prometne infrastrukture kako bi se pružio kontekst za njezinu ulogu u modernim gradovima. Nakon toga, detaljno će se analizirati suvremeni trendovi u razvoju urbane prometne infrastrukture, uključujući nove pristupe planiranju i organizaciji prometa u urbanim područjima. Rad će se fokusirati na primjere iz Hrvatske i svijeta, s ciljem identifikiranja modela koji bi mogli unaprijediti postojeće prometne sustave u našim gradovima. Bit će razmotreni primjeri uspješnih transformacija urbanih prometnih sustava koji su omogućili bolju povezanost, veću sigurnost i smanjenje gužvi. Poseban dio rada posvećen je održivosti i ekološkim aspektima urbane prometne infrastrukture. Analizirat će se mjere za smanjenje emisija CO2, poticanje javnog prijevoza, kao i primjena alternativnih oblika prijevoza, poput biciklističke infrastrukture i pješačkih zona. Oavrnut ćemo se na izazove i prilike za uvođenje ekoloških mjera u prometni sustav. Također, razmotrit će se uloga tehnologije u razvoju urbane prometne infrastrukture, uključujući aplikacije za pametno planiranje putovanja, pametne gradove, tehnologiju interneta stvari (IoT) i primjenu autonomnih vozila u urbanim sredinama. U završnom dijelu, analizirat će se integracija prometne politike u urbano planiranje, naglašavajući važnost suradnje između vlasti, prometnih stručnjaka i građana. Osim toga, bit će obrađeni financijski aspekti razvoja urbane prometne infrastrukture, ključni za provedbu takvih projekata. Na kraju rada iznijet će se zaključci temeljeni na analizi prikupljenih informacija.

ZADATAK SVOJEN

12.09.2024.



[Handwritten signature]



IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, MATIJA DOMBAS (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/specijalističkog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom _____ (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

ANALIZA I RAZVOJ URBANE
PROMETNE INFRASTRUKTURE
S NAGLASKOM NA
EKOLOŠKE ASPEKTE I
PRIMJENU NOVIH TEHNOLOGIJA

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Matija Dombas
(vlastoručni potpis)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

Sažetak

Tema ovog rada je analiza i razvoj urbane prometne infrastrukture s naglaskom na ekološke aspekte i primjenu novih tehnologija. U ovom radu biti će detaljno opisana urbana prometna infrastruktura kao i njezina povijest na samom početku rada. Nakon toga, dio rada temeljiti će se na trendovima u urbanoj prometnoj infrastrukturi koji će biti detaljno objašnjeni. Zatim će biti navedeni i objašnjeni primjeri urbane prometne infrastrukture iz Hrvatske i iz svijeta. Ovi primjeri će nam ukazat kako bi u više gradova mogli provesti transformaciju urbane prometne infrastrukture. Poslije toga, dio rada se opisuje održivost i ekološki aspekti urbane prometne infrastrukture kroz smanjenja emisija CO₂, poticanja javnog prijevoza i alternativnih oblika prijevoza i razne izazove i prilike za uvođenje ekoloških mjera u prometni sustav. Uz to, biti će opisan i velik utjecaj tehnologije na urbanu prometnu infrastrukturu kroz razne aplikacije za pametno planiranje putovanja, kroz pametne gradove i tehnologiju Internet stvari (IoT) u prometu. Zatim će biti opisana integracija prometne politike u urbano planiranje do koje dolazi prilikom suradnje između urbanističkih i prometnih stručnjaka i dijalogom građana i dinonosnicima u planiranju prometne infrastrukture. Također, u ovoj cjelini će biti i navedeni financijski aspekti koji su ključni za sam razvoj urbane prometne infrastrukture. Na kraju rada je iznesen zaključak uzevši u obzir informacije i podatke iz cijelog rada.

KLJUČNE RIJEČI: urbana prometna infrastruktura, pametni gradovi, integracija prometne politike, urbano planiranje, financijski aspekti

Summary

The topic of this paper is the analysis and development of urban transportation infrastructure with an emphasis on environmental aspects and the application of new technologies. This paper will begin by providing a detailed description of urban transportation infrastructure, along with its historical background. The next section will focus on trends in urban transportation infrastructure, which will be thoroughly explained. Following that, examples of urban transportation infrastructure from both Croatia and around the world will be presented and analyzed. These examples will demonstrate how the transformation of urban transportation infrastructure could be implemented in various cities. Subsequently, the paper will explore the sustainability and environmental aspects of urban transportation infrastructure, including the reduction of CO₂ emissions, promotion of public transport and alternative modes of transportation, as well as various challenges and opportunities for introducing ecological measures into transportation systems. Additionally, the significant impact of technology on urban transportation infrastructure will be discussed, particularly through smart travel planning applications, smart cities, and the Internet of Things (IoT) in transportation. The integration of transportation policy into urban planning, which results from collaboration between urban planners and transportation experts, as well as dialogue with citizens and stakeholders in the planning of transportation infrastructure, will also be described. Moreover, the financial aspects that are key to the development of urban transportation infrastructure will be highlighted. Finally, the conclusion will summarize the key insights and data presented throughout the paper.

KEYWORDS: urban transportation infrastructure, smart cities, integration of transportation policy, urban planning, financial aspects

Sadržaj

1.	Uvod	1
1.1.	Predmet i problem istraživanja	2
1.2.	Izvori podataka	3
1.3.	Metode istraživanja	3
1.4.	Struktura rada.....	3
2.	Trendovi u urbanoj prometnoj infrastrukturi	5
2.1.	Urbanizacija i rast gradskog stanovništva	6
2.2.	Utjecaj tehnoloških inovacija na urbanu mobilnost.....	7
2.3.	Promjene u preferencijama građana u vezi s prometom i prijevozom.....	9
3.	Primjeri urbane prometne infrastrukture u Hrvatskoj.....	11
3.1.	Razvoj biciklističkih staza i pješačkih zona	16
3.2.	Integracija javnog prijevoza u urbano okruženje.....	17
4.	Studije slučaja urbane prometne infrastrukture iz svijeta	19
4.1.	Amsterdam: model biciklističke prijateljske infrastrukture	19
4.2.	Singapur: integracija održive mobilnosti u urbano planiranje.....	20
4.3.	Kopenhagen: transformacija prometne infrastrukture u gradu.....	21
5.	Održivost i ekološki aspekti urbane prometne infrastrukture	24
5.1.	Smanjenje emisija CO2 u urbanim područjima.....	24
5.2.	Promicanje javnog prijevoza i alternativnih oblika prijevoza	25
5.3.	Izazovi i prilike za uvođenje ekoloških mjera u prometni sustav	27
6.	Tehnološki utjecaj na urbanu prometnu infrastrukturu	28
6.1.	Pametni gradovi i tehnologija Internet stvari (IoT) u prometu.....	28
6.2.	Aplikacije za pametno planiranje putovanja i upravljanje prometom	29
7.	Integracija prometne politike u urbano planiranje.....	31
7.1.	Suradnja između urbanističkih i prometnih stručnjaka	32
7.2.	Dijalog s građanima i dionosnicima u planiranju prometne infrastrukture.....	33
7.3.	Financijski aspekti razvoja urbane prometne infrastrukture	34
8.	Zaključak.....	37

1. Uvod

Urbanu prometnu infrastrukturu čine svi temeljni objekti i sustavi korišteni u kretanju vozila, često osigurani javnim financiranjem u nekom urbanom središtu. Dobro razvijena prometna infrastruktura je ključna za rast gospodarstva neke zemlje. Čim je prometna infrastruktura više razvijena to je veći protok ljudi i robe u toj zemlji i na taj način je ključna za rast gospodarstva određene zemlje. Ulaganje u izgradnju nove prometne infrastrukture, jedan je od preduvjeta kontinuiranog održivog razvitka. Planiranje razvitka prometne infrastrukture osnovano je na analizi prirode potražnje za prometnim uslugama. Procesom planiranja analiziraju se sadašnji i budući odnosi prometne potražnje. Proces planiranja sastoji se i od niza provjera dobivenih rezultata i to na različitim razinama odlučivanja. Dugoročni planovi moraju biti u skladu sa ciljevima prometne politike, ekonomskog razvitka, socijalne politike i zaštite okoliša.

Što se tiče razvoja urbane prometne infrastrukture kroz povijest Republika Hrvatska temelji razvitak svog prometnog sustava na "Strategiji prostornog uređenja", koju je donio Hrvatski Sabor 1997. godine, "Strategiji prometnog razvitka Republike Hrvatske" (koju je Hrvatski Sabor donio 1999. godine) i na „Strategiji prometnog razvoja Republike Hrvatske“ koja je stupila na snagu 2017. godine i koja se planira ostvarit do 2030. godine. Oblik Republike Hrvatske i njezina teritorijalna "naslonjenost", s jedne strane na sjeverne nizinske prometne putove, a s druge na obalu jadranskog mora, jasno upućuju na vitalno značenje prometnih infrastruktura za njezin razvoj, kao i na potrebu kopnene i morske međusobne povezanosti zemalja europskog jugoistoka i srednje Europe preko hrvatsko teritorija. Hrvatska je naslijedila najveći dio svojih tradicionalnih prometnih infrastruktura od bivših državnih zajednica, u kojima je živjela, tj. od Austro-ugarske monarhije i od dviju jugoslavenskih država (1918-41. i 1945-90). Konceptija i namjena ovih prometnih infrastruktura nije vodila računa o hrvatskim prometnim potrebama, a posebice ne o onima, koje je donijela državna nezavisnost. Ove nove potrebe odnose se:

- na neophodnost prometnog povezivanja i teritorijalnog integriranja RH;
- na potrebe povezivanja putem modernih i sigurnih infrastruktura;
- na potrebe postizanja inter-operabilnosti hrvatskih prometnih sustava s prometnim sustavima naših susjeda i naročito s zemljama članicama EU.

Razvoj urbane prometne infrastrukture u Republici Hrvatskoj prošao je kroz nekoliko ključnih faza, reflektirajući šire društvene, političke i ekonomske promjene u zemlji. Prva faza je bila „Rano

razdoblje (do 20. stoljeća)“ u kojoj su gradovi poput Zagreba, Splita i Rijeke počeli dobivati prve moderne prometnice, ali većina prometa odvijala se preko konjskih zaprega, a razvoj je bio spor zbog ograničenih financijskih sredstava. Druga faza je bila za vrijeme „Austro-Ugarske monarhije (1867.-1918.)“ u kojoj započinje intenzivniji razvoj željezničke mreže koja postaje temelj razvoja prometa u urbanim središtima. Zagreb je dobio i prvi tramvaj 1891. koji je bio početak modernog javnog prijevoza u gradu. Tijekom ovog razdoblja, urbanizacija se ubrzava, ali prometna infrastruktura još uvijek je primarno usmjerena na povezivanje većih gradova i industrijskih središta. Treću fazu je okarakteriziralo „Međuratno razdoblje i Drugi svjetski rat (1918.- 1945.)“. Između dva svjetska rata Hrvatska je bila u sastavu Kraljevine Jugoslavije. Fokus je na izgradnji cesta, ali zbog ekonomskih poteškoća, napredak je spor. Drugi svjetski rat dodatno uništava prometnu infrastrukturu, ostavljajući mnoge ceste i mostove uništenima. Četvrta faza je „Razdoblje socijalističke Jugoslavije (1945.-1991.)“. Nakon Drugog svjetskog rata, pod socijalističkom Jugoslavijom, urbanizacija ubrzano raste, a prometna infrastruktura počinje se sustavno razvijati. U Zagrebu se širi tramvajska mreža, a dolazi i do izgradnje glavnih prometnica, poput autoceste Zagreb – Beograd. Fokus je na razvoju industrijskih gradova i povezanosti unutar federacije. Veliki broj urbanih sredina u Hrvatskoj dobiva nove prometnice, ali su investicije bile ograničene zbog političke situacije. Peta faza započinje „Nakon osamostaljenja (1991.-danas)“. Nakon osamostaljenja Republike Hrvatske 1991. godine, tijekom Domovinskog rata, mnogi dijelovi prometne infrastrukture su oštećeni ili uništeni. Obnova je započela devedesetih godina i traje i danas. Hrvatska se fokusira na razvoj moderne auto cestovne mreže, a ključni projekt bio je izgradnja autoceste A1, koja povezuje Zagreb s Dalmacijom. U urbanim sredinama, prometna infrastruktura se postupno modernizira, uz fokus na projekte poput Remetinečkog rotora u Zagrebu, proširenje tramvajske i biciklističke infrastrukture, te uvođenje pametnih prometnih sustava. Danas se prometna infrastruktura u Hrvatskoj suočava s izazovima prilagodbe suvremenim trendovima, poput razvoja održive mobilnosti, smanjenja prometnih gužvi te integracije pametnih tehnologija u prometni sustav. Biciklistička infrastruktura, inteligentni semafori i zeleni koridori postaju sve važniji dio prometnih planova, posebno u urbanim središtima poput Zagreba, Splita i Rijeke.

1.1. Predmet i problem istraživanja

U ovom je završnom radu sam cilj istraživanja zapravo analiza i razvoj transformacije urbane prometne infrastrukture s naglaskom na ekološke aspekte i primjenu novih tehnologija. Biti će navedeni primjeri trendova u urbanoj prometnoj infrastrukturi uz navedene primjere u Hrvatskoj i

iz svijeta. Zatim će biti opisan problem održivosti i ekološki aspekti urbane prometne infrastrukture uz tehnološki utjecaj na istu. Pred kraj će biti opisana integracija prometne politike u urbano planiranje.

1.2. Izvori podataka

Izvori podataka koji su bili korišteni za ovaj završni rad sastoje se od domaće literature i strane literature.

1.3. Metode istraživanja

Metode istraživanja koje su bile korištene za ovaj završni rad sastoje se od: metode analize, metode klasifikacije.

1.4. Struktura rada

Prvi dio ovog završnog rada odnosi se na trendove u urbanoj prometnoj infrastrukturi. Oni će biti objašnjeni kroz urbanizaciju i rast gradskog stanovništva, kroz utjecaj tehnoloških inovacija u na urbanu mobilnost i kroz promjene u preferencijama građana u vezi s prometom i prijevozom.

Drugi dio temeljit će se na primjerima urbane prometne infrastrukture u Hrvatskoj. Biti će provedena analiza prometnih rješenja u većim gradovima, zatim će biti opisan razvoj biciklističkih staza i pješačkih zona i na kraju će biti opis integracije javnog prijevoza u urbano okruženje.

Treći dio odnosi se na studije slučaja urbane prometne infrastrukture iz svijeta. Studije slučaja će biti opisane kroz model biciklističke prijateljske infrastrukture u Amsterdamu, kroz integraciju održive mobilnosti u urbano planiranje u Singapuru i kroz transformaciju prometne infrastrukture u gradu Kopenhagenu.

Četvrti dio završnog rada sastoji se od održivosti i ekoloških aspekata urbane prometne infrastrukture. Biti će opisano smanjenje emisije CO₂ u urbanim područjima, biti će navedena važnost promicanja javnog prijevoza i alternativnih oblika prijevoza i na kraju će biti navedeni izazovi i prilike za uvođenje ekoloških mjera u prometni sustav.

Peti dio završnog rada govori o tehnološkom utjecaju na urbanu prometnu infrastrukturu. Biti će opis pametnih gradova i tehnologija Internet stvari (IoT) u prometu, opisane će biti i aplikacije za pametno planiranje putovanja i upravljanje prometom.

Šesti dio završnog rada temeljit će se na integraciji prometne politike u urbano planiranje. Ona će biti opisana kroz suradnju između urbanističkih i prometnih stručnjaka, kroz dijalog s građanima i dionosnicima u planiranju prometne infrastrukture i kroz financijski aspekti razvoja urbane prometne infrastrukture.

U zaključku se iznosi završna misao koja objedinjuje iznesene informacije ovog rada.

2. Trendovi u urbanoj prometnoj infrastrukturi

Prometna infrastruktura je ključan aspekt prometnog i gospodarskog razvoja neke zemlje. U današnje vrijeme je jako bitno da je prometna infrastruktura u urbanim područjima dobro razvijena kako bi promet teko nesmetano i efikasno. Ako je prometna infrastruktura dobro razvijena, to znači da će i prometna sredstva koja se njome koriste stići na određeno vrijeme bez kašnjenja, što je jako bitno u današnje vrijeme u kojem svi ljudi žive ubrzanim načinom života u urbanim središtima. Neki od najpoznatijih trendova u urbanoj prometnoj infrastrukturi su:

- **Održiva mobilnost** koja daje prednost i prioritet biciklistima i pješacima i koja zagovara zelenu infrastrukturu (čim više zelenih površina).
- **Sigurnosna infrastruktura** koja podrazumijeva postavljanje bolje osvijetljenih pješačkih prijelaza, biciklističkih staza zaštićenih od automobilske prometa i korištenje „pametnih“ sustava za detekciju vozila koje prolazi kroz crveno svjetlo i korištenje taktilnih pločica i poboljšanje vizualnih signala za osobe s invaliditetom kako bi se osigurala bolja pristupačnost i sigurnost za sve građane.
- **Revitalizacija urbanih prostora** koja uključuje prostornu reorganizaciju i pješačke zone i koridore.
- **Pametna prometna rješenja** koja podrazumijevaju pametne semafore i sustave upravljanja prometom i Internet of Things (IoT) uređaja u prometu
- **Javni prijevoz nove generacije** pod kojeg spadaju sustavi brzog tranzita (BRT) i autonomna vozila.
- **Elektrifikacija i alternativna goriva** koja uključuju električne autobuse i vozila i alternativna goriva.
- **Integracija različitih vrsta prijevoza** koja podrazumijeva intermodalnost i mobilnost kao usluga (MaaS).

Dolje navedena slika prikazuje skicu održive urbane mobilnosti. Prikazuje se integracija prijevoza s naglaskom na ekološke aspekte, pametna prometna rješenja i zeleno korištenje prijevoza. [1]



Slika 1. : Skica održive urbana mobilnosti [1]

2.1. Urbanizacija i rast gradskog stanovništva

Urbanizacija podrazumijeva porast udjela gradskog stanovništva. Također, može se reći i da je to proces širenja gradskog načina života. Urbanizacija istodobno obuhvaća proces napuštanja sela i seljenja stanovništva u gradove (deruralizacija) te napuštanje poljoprivredne u zamjenu za neke druge djelatnosti (deagrarizacija). Urbanizacija je započela intenzivno rasti tijekom industrijske revolucije u 18. i 19. stoljeću kada su gradovi postali središta industrijske proizvodnje i trgovine. Ovaj trend se nastavio kroz 20. stoljeće, a do kraja 21. stoljeća očekuje se da će više od 70% svjetskog stanovništva živjeti u urbanim sredinama. Faktori koji potiču urbanizaciju su:

- **Demografski faktor** (prirodni prirast stanovništva u gradovima, zajedno s migracijama, pridonosi njihovom kontinuiranom rastu)
- **Ekološki faktor** (gradovi su često središta financijskog, obrazovnog i kulturnog života i veća je koncentracija resursa i radne snage u gradovima koja povećava produktivnost i inovacije)
- **Socijalni faktor** (promjena u društvenoj strukturi, kao što su povećanje društvene mobilnosti, promjene u obiteljskim strukturama i diversifikacija kulturnih praksi, ali može i pogoršati društvene nejednakosti)
- **Infrastruktura i stambeno zbrinjavanje** (velik broj ljudi u gradovima često prelazi kapacitete postojeće infrastrukture, što rezultira problemima s prometom, nedostatkom adekvatnog smještaja i prenatrpanim javnim službama)

Možemo zaključiti kako urbanizacija i rast gradskog stanovništva predstavljaju jedan od najvažnijih globalnih trendova u 21. stoljeću. Također, iako donosi brojne prednosti u pogledu

gospodarskog razvoja i socijalnih promjena s druge strane, nameće značajne izazove u upravljanju gradovima, očuvanju okoliša i osiguravanju kvalitete života za sve građane. [2]

2.2. Utjecaj tehnoloških inovacija na urbanu mobilnost

Tehnološke inovacije imaju ogroman potencijal da transformiraju urbanu mobilnost, čineći je učinkovitijom, održivijom i dostupnijom. Iako se suočavaju s brojnim izazovima, pravilna implementacija i upravljanje tim tehnologijama mogu značajno poboljšati kvalitetu života u gradovima i pridonijeti smanjenju negativnog utjecaja na okoliš. Jedna od najpoznatijih tehnoloških inovacija koje utječu na urbanu mobilnost su pametni prometni sustavi (ITS) pod kojima se najčešće misli na pametne semafore, sustave za upravljanje prometom, nadzor parkiranja, te aplikacije za praćenje javnog prijevoza. Sustavi (ITS) se sastoje od:

1) Uloge inteligentnih transportnih sustava u urbanoj mobilnosti

Inteligentni transportni sustavi (ITS) imaju ključnu ulogu u poboljšanju urbane mobilnosti, omogućujući efikasnije i sigurnije kretanje kroz gradove. Sustavi (ITS) koriste napredne tehnologije, poput senzora, kamera i komunikacijskih mreža, za prikupljanje podataka o prometu u realnom vremenu. Tako prikupljene informacije omogućuju optimizaciju upravljanja prometom, smanjenje zagušenja, poboljšanje sigurnosti te smanjenje emisije štetnih plinova. Korištenje sustava (ITS-a) omogućuje bolju koordinaciju različitih oblika prijevoza, uključujući javni prijevoz, bicikle i električna vozila te se tako potiče održiva mobilnost.

2) Sustava nadzora i upravljanja prometom

Sustavi (ITS) također uključuju i napredne sustave nadzora i upravljanja prometom koji prate stanje na cestama i upravljaju prometnim tokovima. Ti sustavi funkcioniraju na način da koriste kamere, senzore i uređaje za prepoznavanje vozila kako bi osigurali neprekidni protok informacija o uvjetima na cestama, dok središnje kontrolne jedinice analiziraju podatke i prilagođavaju prometne semafore, signalizaciju i upozorenja za vozače. Na taj način se smanjuju nesreće i prometni zastoji, dok promet postaje efikasniji i sigurniji za vožnju.

3) Povezanih prometnih sustava (V2X-Vehicle-to-Everything komunikacija)

V2X komunikacija je povezani prometni sustav koji se odnosi na tehnologiju koja omogućuje vozilima razmjenu informacija s okolinom (druga vozila, infrastruktura, pješaci, mrežni servisi). Ova tehnologija pruža niz prednosti poput unaprjeđenja sigurnosti i povećanja efikasnosti prometa. Vozila koja imaju V2X tehnologiju mogu predvidjeti prometne prepreke, komunicirati s pametnim semaforima te izbjeći nesreće putem pravovremenih upozorenja. Ova tehnologija omogućuje i bolju integraciju autonomnih vozila u postojeće prometne sustave, stvarajući temelje i preduvjete za razvoj pametnih gradova.

4) Sustava za informiranje putnika

Sustavi (ITS) obuhvaćaju i sustave za informiranje putnika, koji im omogućuju dobivanje preciznih informacija o vremenu dolaska javnog prijevoza, prometnim uvjetima te alternativnim rutama. Uz pomoć aplikacija i digitalnih displeja, putnici mogu planirati svoje putovanje u stvarnom vremenu, čime se poboljšava njihovo korisničko iskustvo i potiče korištenje javnog prijevoza. Također, na ovaj se način pridonosi smanjenju prometnih gužvi i emisija jer omogućuju bolju distribuciju putničkog prometa.

Također, uz ITS sustave postoje i navigacijski sustavi i aplikacije (poput Google Maps, Waze i slične, omogućuju vozačima da izbjegnu prometne gužve, pronađu najbrže rute i smanje vrijeme putovanja), električna vozila (EVs), hibridna vozila, električni skuteri i bicikli i integracija različitih vrsta prijevoza. Dolje navedena slika prikazuje logotip inteligentnog transportnog sustava Hrvatske.[3]



Slika 2. : Inteligentni transportni sustavi Hrvatske [2]

2.3. Promjene u preferencijama građana u vezi s prometom i prijevozom

Promjene u preferencijama građana u vezi s prometom i prijevozom odnose se na rast svijesti o ekološkim pitanjima, tehnološkim inovacijama, te društvenim i zdravstvenim čimbenicima. Ove promjene zahtijevaju prilagodbu prometne infrastrukture i suprastrukture kako bi se zadovoljile nove potrebe i očekivanja građana, te kako bi se omogućila održivija i učinkovitija urbana mobilnost.

Neke od najpoznatijih takvih promjena su:

➤ **Rast popularnosti dijeljenjem usluga prijevoza (car-sharing, bike-sharing)**

Car-sharing sustav omogućuje vozačima privremeno korištenje automobila putem aplikacija koje omogućuju najam automobila po satu ili danu. Prednosti ovog modela uključuju smanjenje broja automobila na cestama, smanjenje troškova održavanja i goriva za korisnike, te smanjenje potražnje za parkirnim mjestima.

Bike-sharing je još jedan sve popularniji oblik dijeljenja prijevoza, koji potiče korištenje bicikala na kraćim dionicama, posebice u urbanim sredinama. Oni potiču održivost, smanjuju emisije CO₂ te pomažu u rasterećenju prometa u užim gradskim područjima.

➤ **Pad interesa za vlasništvo automobila među mladima**

Ovaj trend postaje sve popularniji među mladim generacijama zbog raznih društvenih, ekonomskih i tehnoloških promjena. Također, ovaj trend je sve popularniji i zbog veće osviještenosti među mladima i zbog njihove veće brige za sami okoliš i klimatske promjene. Uz to, u urbanim centrima, prometne gužve, skupoća parkiranja i dostupnost javnog prijevoza čine vlasništvo automobila nepraktičnim.

➤ **Utjecaj pandemije COVID-19 na mobilnost**

Pandemija COVID-19 imala je značajan utjecaj na mobilnost diljem svijeta, mijenjajući način na koji ljudi putuju, koriste javni prijevoz i općenito pristupaju transportnim sustavima. Najviše su ju okarakterizirale: promjene u korištenju javnog prijevoza (izbjegavanje javnog prijevoza), smanjenje putovanja (dozvoljena su bila samo nužna putovanja-trgovina, ljekarna...), trend rada na daljinu (virtualni sastanci postali su uobičajena zamjena za poslovna putovanja), porast individualne mobilnosti (mnogi su se okrenuli korištenju osobnih automobila zbog osjećaja sigurnosti i smanjenja rizika od kontakta s drugima), rast biciklističke i pješačke infrastrukture (gradovi su počeli povećavati biciklističku i pješačku infrastrukturu kako bi omogućili sigurnije oblike prijevoza), utjecaj na usluge prijevoza na zahtjev (poput Ubera i Lyfta, koje su doživjele pad potražnje, ali su se prilagodile povećanjem usluga dostave hrane i robe).

➤ **Porast ekološke svijesti**

Sve više mlađih generacija je upućeno u brigu oko klimatskih promjena i zagađenosti Zemlje. Trebale bi se više provoditi radionice za pojačavanje ekološke svijesti u svim zemljama. To je možda i najvažniji aspekt koji bi vodio nekim promjenama prema boljem životu svih stanovnika Zemlje.

Da dođe do ovih promjena ključna je porast svijesti o održivosti (klimatske promjene i zagađenje zraka pokreću ljude da koriste više održivije oblike prijevoza). Također, javlja se manja želja za posjedovanjem automobila zbog alternativa poput car-sharinga i javnog prijevoza. Kod ovih promjena je možda i najveći faktor socijalna odgovornost koju bi svaka osoba trebala osjećati kako bi svi ljepše i kvalitetnije živjeli. [4]

3. Primjeri urbane prometne infrastrukture u Hrvatskoj

Primjere urbane prometne infrastrukture u Hrvatskoj koriste gradovi za poboljšanje svoje prometne infrastrukture, često integrirajući moderne tehnologije i održiva rješenja kako bi odgovarali na specifične potrebe urbanih sredina. Neki od najpoznatijih primjera su:

- **Kružni tokovi** kao rješenje za smanjenje zagušenja prometa i povećanje sigurnosti. Kružni tokovi su postali popularan oblik prometne infrastrukture u Hrvatskoj i širom svijeta zbog svoje sposobnosti da poboljšaju prometni tok, smanje zastoje i povećaju sigurnost u urbanim područjima. Unatoč brojnim prednostima, kružni tokovi nisu uvijek savršeno rješenje (neadekvatno dizajnirani kružni tokovi, potrebna prilagodba vozača koja zahtjeva nešto vremena, loše napravljeni prijelazi za pješake i bicikle kod kružnog toka). Kružni tok Remetinec u Zagrebu predstavlja jedan od najznačajnijih infrastrukturnih projekata u Hrvatskoj u posljednjih nekoliko godina. Projekt je uspješno realiziran uz cilj da se riješe dugogodišnji problemi zagušenja prometa na ključnoj točki južnog ulaza u Zagreb, posebno zbog blizine sportske dvorane Arena Zagreb, trgovačkog centra i prilaza autocesti A1 prema Dalmaciji. Glavne značajke kružnog toka Remetinec su: podzemni prolazi, kapacitet za velik broj vozila, povezanost sa širim prometnim sustavom i multimodalni pristup. Projekt je bio izuzetno složen, s obzirom na prometno opterećenje i specifične zahtjeve koji su postavljeni pred gradsku upravu i izvođače radova. Ovim projektom je poboljšana situacija u južnom dijelu grada Zagreba i ovo je pokazatelj kako učinkovito planiranje i implementacija suvremenih prometnih rješenja mogu donijeti dugoročne koristi za cijelu zajednicu.
- **Proširenje mreže biciklističkih staza** kao projekti izgradnje biciklističkih staza s ciljem poticanja alternativnih oblika prijevoza. Biciklističke staze ne samo da pomažu u smanjenju prometa i zagađenja zraka, već i poboljšavaju kvalitetu života građana te podržavaju strategije pametnih gradova. Neki od razloga za širenje biciklističkih staza su: smanjenje prometnih gužvi, brojne ekološke prednosti, povećanje sigurnosti i promicanje zdravijeg načina života. Gradovi koji su uspješno proširili biciklističke staze su: Zagreb, Split, Osijek i Rijeka. Iako širenje biciklističkih staza u Hrvatskoj donosi brojne prednosti, suočeno je s nekoliko izazova (promjena prometne kulture, financiranje i održavanje, neadekvatna infrastruktura i prostor za širenje biciklističke staze). Širenje biciklističkih staza u Hrvatskoj predstavlja pozitivan korak prema održivoj urbanoj mobilnosti.

- **Inteligentni semafori** koji podrazumijevaju uvođenje pametnih semafora u određenim dijelovima grada koji prilagođavaju vrijeme na temelju prometa u stvarnom vremenu. Pametni semafori predstavljaju važan dio moderne urbane prometne infrastrukture u Hrvatskoj, a njihova implementacija se temelji na konceptu Inteligentnih Transportnih Sustava (ITS). Pomažu u smanjenju gužvi, poboljšanju sigurnosti i učinkovitosti cestovnog prometa, te smanjenju zagađenja u urbanim područjima. Ključni aspekti pametnih semafora su: senzori za detekciju prometa, koordinacija i sinkronizacija prometa, integracija s V2X tehnologijom, prilagodba vremenskim uvjetima i prioritet hitnim vozilima i javnom prijevozu. Ovi semafori se mogu pronaći u Zagrebu, Rijeci, Osijeku i Splitu. Iako pametni semafori donose brojne prednosti, njihova je implementacija skupa zbog potrebne tehnološke opreme i infrastrukture. Kako se tehnologija dalje razvija, očekuje se da će njihova upotreba postati sve raširenija u gradovima širom Hrvatske.
- **Prometne zone smirenog prometa** uz inicijative uvođenja "zona 30" u stambenim naseljima i područjima blizu škola i vrtića. One su sve češći oblik urbane prometne infrastrukture u Hrvatskoj. Osim što smanjenju brzinu vozila i potiču pješački i biciklistički promet, ove zone pridonose stvaranju sigurnijih i ekološki prihvatljivijih gradskih prostora. Glavne karakteristike su im: ograničenje brzine vozila, promicanje alternativnih oblika prijevoza, povećanje kvalitete života u naseljima i elementi prometnog usporavanja (uspornici, podignuti pješački prijelazi, sužene prometnice, kružni tokovi manjeg opsega). Ovakve zone možemo vidjeti u Zagrebu, Rijeci, Splitu i Osijeku. Ovaj oblik urbane infrastrukture usmjeren je na poboljšanje svakodnevnog života građana kroz sigurno i ekološki održivo upravljanje prometom, te se očekuje njihovo daljnje širenje u hrvatskim gradovima.
- **Projekt pametnih gradova** kroz primjere gradova u Hrvatskoj koji se uključuju u inicijative "smart city", poput Rijeke i Zagreba, uvođenjem (ITS) sustava, pametnih parkinga i aplikacija za praćenje prometa. U Hrvatskoj, koncept pametnih gradova postaje sve važniji dio urbane prometne infrastrukture, a mnogi gradovi ulažu u tehnologije koje pomažu u rješavanju izazova poput prometnih gužvi, zagađenja i sigurnosti. Ključni elementi pametnog grada su: Inteligentni Transportni Sustavi (ITS) koji uključuje sustave kao što su (pametni semafori, senzori za nadzor prometa, aplikacije za upravljanje parkiranjem i integrirani sustavi za javni prijevoz), pametno parkiranje, pješačku i biciklističku infrastrukturu i električni i autonomni prijevoz. Gradovi u Hrvatskoj koji imaju status pametnog grada su: Zagreb, Dubrovnik, Rijeka i Osijek. Neki od izazova kod implementacije pametnog grada su: velika financijska

ulaganja, tehnološka pismenost i dobar pristup građana, integracija starih i novih sustava). Pametni gradovi u Hrvatskoj predstavljaju budućnost urbane mobilnosti i održivog razvoja. S vremenom, sve veći broj gradova u Hrvatskoj implementirat će slične inicijative, stvarajući učinkovitije i ekološki prihvatljive gradske sustave.

- **Sustavi za upravljanje prometom** kroz razne projekte koji koriste tehnologiju za optimizaciju prometa u urbanim sredinama, kao što su pametni semafori, dinamičke oznake brzine, sustavi nadzora prometa, prikupljanje podataka o prometu, informacijski sustavi za vozače, integracija s javnim prijevozom. Ovakve sustave možemo pronaći u Zagrebu, Osijeku, Splitu i Rijeci. Velika financijska ulaganja, integracija s postojećom infrastrukturom i zastarjela tehnologija su izazovi za implementaciju ove tehnologije u prometni sustav. Ovi sustavi su također i ključna komponenta pametnih gradova i imaju značajnu ulogu u razvoju urbane mobilnosti u Hrvatskoj.
- **Zagrebački tramvajski sustav** kao jedan od najstarijih i najrazvijenijih u regiji, on povezuje ključne dijelove grada, smanjujući potrebu za korištenjem osobnih vozila i promovirajući održivi javni prijevoz. Zagrebački tramvajski sustav počeo je s radom 1891. godine, kada je prvi konjski tramvaj krenuo ulicama grada. Ubrzo nakon toga, 1910. godine, uveden je električni tramvaj, koji se koristi do danas. Kroz desetljeća, sustav je doživio brojne nadogradnje i proširenja, te se prilagođavao rastućim potrebama grada i njegovih stanovnika. Danas, tramvajski sustav u Zagrebu obuhvaća 15 dnevnih i 4 noćne linije koje povezuju gotovo sve glavne gradske četvrti. Sustav se proteže na 116 kilometara tramvajskih pruga, čime se tramvajski sustav u Zagrebu svrstava među najopsežnije u Europi. Karakteristike su mu: široka mreža, povoljna cijena, visoka frekvencija i dostupnost, integracija s ostalim oblicima prijevoza i ekološki prihvatljiv prijevoz. Ovaj tramvajski sustav se suočava s određenim izazovima: velika financijska održivost, zastarjela infrastruktura (mnoge pruge i vozila starija od 30 godina i zahtijevaju renovaciju) i prometne gužve (pošto često dijele cestu s automobilima). Ovaj sustav ima velik ekološki i socijalni značaj. Modernizacija i ulaganja u ovaj sustav ključni su za njegovu buduću održivost te nastavak uloge u razvoju urbanih područja Zagreba.
- **Biciklistička infrastruktura u Zagrebu** se posljednjih godina intenzivno širi i unaprjeđuje, što uključuje gradnju biciklističkih staza, parkirališta za bicikle, te povezivanje ključnih točaka u gradu postavljanje biciklističkih staza na glavnim prometnicama i uvođenje sustava za iznajmljivanje bicikala potiče alternativne oblike prijevoza i smanjuje zagađenje. Prema podacima iz gradskih izvora, trenutno postoji

više od 250 kilometara biciklističkih staza u Zagrebu, a planira se daljnje proširenje kako bi se poboljšala povezanost između različitih dijelova grada. Uglavnom su postavljene uz prometnice ili na pločnicima, a poseban naglasak stavljen je na povezivanje središta grada s periferijom i važnijim prometnim čvorištima, kao što su željezničke stanice, autobusni terminali i poslovne četvrti. Važni biciklistički projekti su: Greenway – Biciklistički koridor uz rijeku Savu, biciklističke trake na glavnim prometnicama i projekt javnih bicikala (Nextbike). Razvoj biciklističke infrastrukture potiče razvoj urbane mobilnosti, smanjuje gužve i emisiju, dovodi do brojnih zdravstvenih koristi za stanovnike. Izazovi koji su ključni za budućnost biciklističke infrastrukture su: upitna sigurnost biciklista, daljnja ulaganja i edukacija o važnosti i nedostatak kontinuiteta staza.

- **Pametni sustavi upravljanja prometom u Osijeku** uključuje pametnu tehnologiju kao što su pametni semafori i sustavi upravljanja prometom koji koriste senzore i podatke u stvarnom vremenu za optimizaciju prometa. Također, ovaj način poboljšava protok vozila, sigurnost, bolju kvalitetu života, ali i smanjuje gužve i CO₂ u gradu. Unatoč uspješnim implementacijama, Osijek se suočava s određenim izazovima u daljnjoj modernizaciji pametnih prometnih sustava. To uključuje visoke troškove ulaganja u infrastrukturu i tehnologiju, kao i potrebu za daljnjim obrazovanjem građana i vozača o korištenju pametnih rješenja. Osijek također planira proširenje svojih pametnih prometnih rješenja u suradnji s europskim fondovima i privatnim sektorom, s ciljem stvaranja sveobuhvatne platforme koja će integrirati sve aspekte urbanog prometa, uključujući pješake, bicikliste, vozače i korisnike javnog prijevoza.
- **Projekt Rijeka Gateway** je projekt koji se smatra jednim od najvažnijih i najambicioznijih infrastrukturnih projekata u Hrvatskoj proteklih godina. Projekt uključuje modernizaciju lučke infrastrukture i pristupnih prometnica u Rijeci, s ciljem povećanja kapaciteta luke i poboljšanja integracije različitih načina prijevoza (cesta, željeznica, more). Ovim se projektom dobiva bolja povezanost grada i regije. Glavne sastavnice ovog projekta su: izgradnja prometne infrastrukture (izgradnja novih i modernizacija postojećih prometnica i željeznica), poboljšanje urbane infrastrukture (s naglaskom na biciklističke staze i pješačke zone), modernizacija Luke Rijeka (povećati kontejnerski promet i unaprijediti infrastrukturu za manipulaciju robom), razvoj željezničkog čvorišta (modernizacija pruga i terminala te uvođenje novih tehnologija za upravljanje teretom), ekološki aspekti i održivost (uvođenje tehnologija koje smanjuju emisije i energiju, te integraciju zelenih površina i ekoloških rješenja u urbanom prostoru). Prednosti ovog projekta su: povećanje gospodarskog rasta, bolja

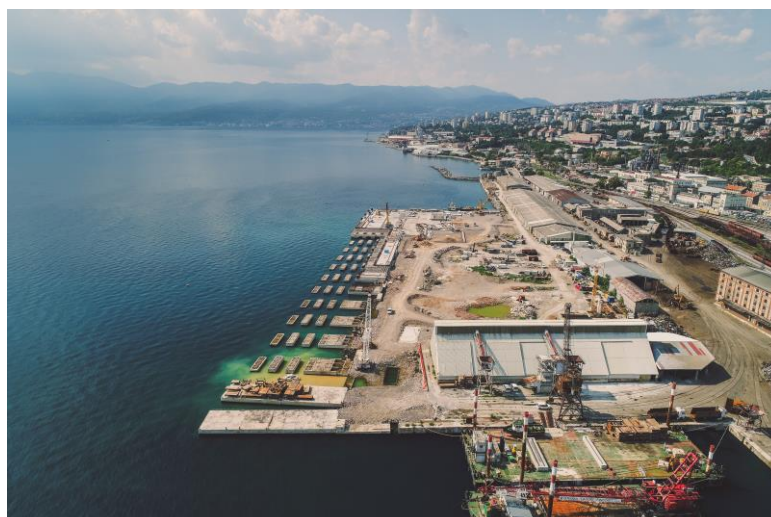
kvaliteta života, bolja prometna povezanost i bolje očuvanje okoliša. Projekt se suočava raznim izazovima poput financijskih sredstava, koordinacije i upravljanja projektom i prometnim gužvama i bukom koju stvara. Ovaj projekat je i ambiciozan plan za unapređenje prometne infrastrukture u Rijeci i jačanje uloge grada kao ključnog prometnog čvorišta u regiji. Kroz učinkovito upravljanje i održivu implementaciju, ovaj projekt može značajno doprinijeti razvoju grada i regije, stvarajući temelje za dugoročni uspjeh.

- **Splitska prometna infrastruktura** uključuje nova rješenja za upravljanje prometom i proširenje pješačkih zona kako bi smanjio gužve i poboljšao iskustvo kretanja za stanovnike i turiste. Ključne promjene u prometnoj infrastrukturi su prometne arterije i ulice, višestruki izbor i dobro razvijen javni prijevoz, prometna rješenja za turiste (organizirane autobusne linije za turističke destinacije i proširenje parkirališta u blizini glavnih atrakcija), dobro razvijena biciklistička i pješačka infrastruktura, dobar sustav parkirališta u centru grada i okolnim područjima, Luka Split (uključuje terminale za putnički i teretni promet te povezuje Split s ostalim dijelovima Hrvatske i međunarodnim destinacijama). Prednosti su centralna povezanost, turistički razvoj i raznovrsnost oblika prijevoza dok su nedostaci prometne gužve, loše usklađivanje s turizmom i stari infrastrukturni elementi. Splitska prometna infrastruktura predstavlja kompleksan sustav koji nastoji zadovoljiti potrebe rastuće populacije i velikog broja turista. S daljnjim ulaganjima i strategijama održivog razvoja, Split će nastaviti igrati ključnu ulogu kao prometno središte na Jadranskoj obali. [5]

Prometna rješenja u većim gradovima predstavljaju ključne komponente urbanog razvoja u Hrvatskoj. Svaki grad ima posebne izazove i pristupe u rješavanju prometnih problema, ali zajednički cilj svih tih gradova inicijativa je poboljšanje mobilnosti, smanjenje gužvi i promicanje održivog prijevoza. Analiza ovih rješenja pomaže u razumijevanju urbanih prometnih sustava i može poslužiti kao osnova za buduće projekte i poboljšanja u prometnoj infrastrukturi. [6] [18] [19]



Slika 3. : Tramvajski promet u Zagrebu [3]



Slika 4. : Rijeka Gateway projekt [4]

3.1. Razvoj biciklističkih staza i pješačkih zona

S razvojem urbanih gradova i s rastom svijesti o održivom razvoju, gradovi diljem svijeta sve više ulažu u stvaranje i razvoj biciklističkih staza i pješačkih zona. Biciklističke staze su specijalizirane prometne trake ili ceste koje su namijenjene isključivo biciklistima. Ključni aspekti razvoja biciklističkih staza su: planiranje i dizajn (kod planiranja treba uzeti u obzir postojeće prometne tokove, potrebe stanovnika i turističke atrakcije dok bi dizajn trebao uključivati široke staze, zelene površine, klupe, fontane i druge elemente koji čine prostor ugodnim za hodanje i boravak), sigurnost i pristupačnost (pješačke zone trebaju biti dizajnirane tako da budu sigurne i

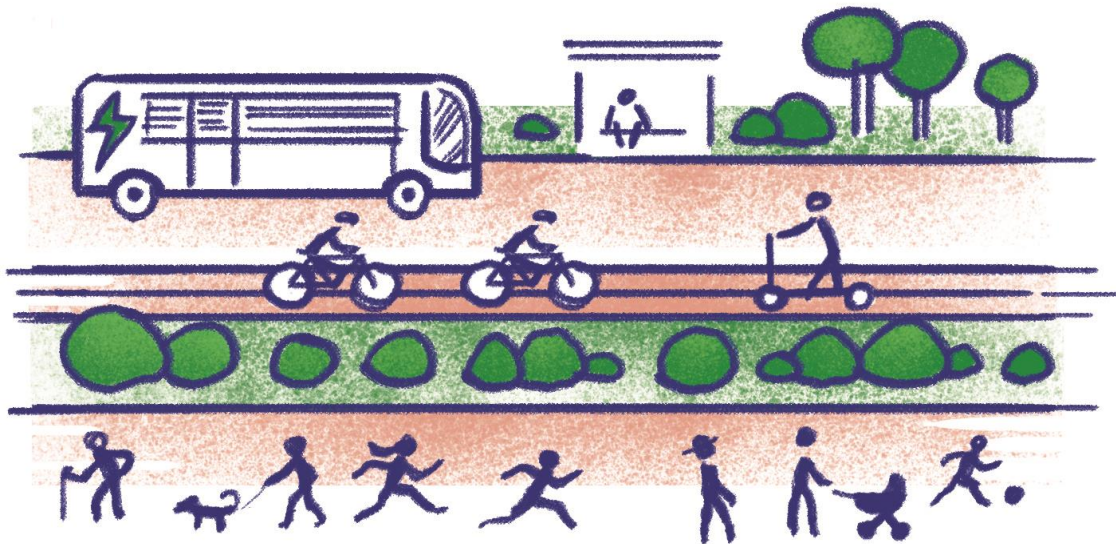
pristupačne za sve korisnike, uključujući starije osobe, osobe s invaliditetom i obitelji s djecom), integracija s prometom (trebalo bi omogućiti pametno upravljanje pristupom vozilima i osigurati da pješačke zone ne ometaju funkcionalnost grada) i uloga u urbanom životu (mogu značajno obogatiti urban život, stvarajući prostore za društvene aktivnosti, trgovine, restorane i kulturne događaje). Biciklističke staze i pješačke zone unaprjeđuju kvalitetu života, smanjuju gužve i potiču na održive oblike prijevoza. Također, na taj način se potiče i održivi urbani razvoj. Na taj način se dobiva i dugoročna korist za gradove i njihove stanovnike. Izazovi implementacije pješačkih zona i biciklističkih staza su velika financijska ulaganja, nužno upravljanje i održavanje i dobra suradnja s građanima. Razvoj biciklističkih staza i pješačkih zona predstavlja ključni korak prema održivom urbanom razvoju i poboljšanju kvalitete života u gradovima. Gradovi s najrazvijenijim biciklističkim stazama i pješačkim zonama u Hrvatskoj su Zagreb, Split i Osijek, dok su u svijetu Amsterdam, Kopenhagen, Barcelona i New York City. [7]

3.2. Integracija javnog prijevoza u urbano okruženje

Integracija javnog prijevoza u urbano okruženje je ključna za urbano planiranje i održiv razvoj. Cilj je stvoriti učinkovite, pristupačne i održive prometne sustave koji povezuju različite dijelove grada i pružaju stanovnicima pouzdane alternative osobnim vozilima te tako smanjit gužve, emisije štetnih plinova i poboljšat kvalitetu života u urbanim sredinama. Komponente od kojih se sastoji integracija javnog prijevoza su:

- **Multimodalni prometni sustavi** koji uključuju kombinaciju različitih vrsta prijevoza, poput autobusa, tramvaja, metroa, bicikala i pješačenja. Integracijom tih vrsta prijevoza se omogućuje građanima jednostavan prijelaz s jednog oblika prijevoza na drugi, čime se povećava fleksibilnost i učinkovitost prijevoza.
- **Koordinacija rasporeda i povezanost** su usko povezani, jer uz koordinaciju rasporeda različitih vrsta javnog prijevoza se dobiva dobra integracija i dobra povezanost između tih vrsta. Također, terminali i stanice bi se trebale nalaziti čim bliže jedna drugoj kako bi se smanjilo vrijeme čekanja i transferi. Svi oblici prijevoza bi trebali biti povezani kroz integrirane karte i sustave plaćanja.
- **Informacijski sustavi** posjeduju ključnu ulogu u procesu integracije. Oni uključuju digitalne rasporede, aplikacije za mobilnost i sustave za praćenje u stvarnom vremenu koji pomažu svim putnicima da prate vozile, izbjegavaju gužve i planiraju svoja putovanja.

Integracijom javnog prijevoza bi se smanjile gužve u gradovima, poboljšala bi se kvaliteta zraka i povećala bi se pristupačnost. Iako je integraciju javnog prijevoza izazovno i teško provesti, ona nosi puno pogodnosti za jedno razvijeno urbano središte. U dolje navedenoj slici možemo vidjeti kako različiti oblici prijevoza mogu zajedno funkcionirati u prometu. Također, na slici se vidi kako su sve vrste prometa ravnomyerne i kako se niti jednoj vrsti ne pridaje važnost. [8]



Slika 5. : Multimodalnost prijevoza putnika [5]

4. Studije slučaja urbane prometne infrastrukture iz svijeta

Studije slučaja urbane prometne infrastrukture pružaju uvid u različite pristupe rješavanju izazova u urbanom prometu. Kada proanaliziramo primjere iz cijelog svijeta možemo zaključiti kako različiti gradovi implementiraju inovativne projekte i strategije za poboljšanje funkcionalnosti, održivosti i kvalitete života. Svaki studij slučaja pruža vjerne uvide kako se urbani promet može unaprijediti.

4.1. Amsterdam: model biciklističke prijateljske infrastrukture

Grad Amsterdam je međunarodno priznat kao lider u razvoju biciklističke infrastrukture i promociji biciklizma kao glavne vrste prijevoza. Grad je implementirao sveobuhvatan model biciklističke prijateljske infrastrukture koji služi kao primjer uspješnog urbanog planiranja usmjerenog na održivost i kvalitetu života koji uključuje fizičku infrastrukturu, regulative, i kulturološke aspekte koji potiču biciklizam. Ključni elementi ovog projekta uključuju:

- **Opsežnu mrežu biciklističkih staza** koja se proteže na preko 767km, staze su fizički odvojene od prometnica, čime se osigurava sigurnost biciklista, posebno u prometnim zonama.
- **Parkiranje bicikala** na tisuće parkirnih mjesta za bicikle, uključujući nadzemne i podzemne biciklističke garaže, te brojne "fietsenstallingen" (sigurne parkirne zone), time se olakšava parkiranje i smanjuje problem nepropisnog ostavljanja bicikla.
- **Prioritet biciklistima na raskrižjima** pred motornim vozilima. Pametni semafori i sustavi upravljanja prometom prilagođeni su kako bi smanjili čekanje biciklista i osigurali njihov siguran prolazak kroz raskrižja.
- **Politika smanjenja automobila** u Amsterdamu se aktivno potiče građane na korištenje bicikala umjesto automobila kroz visoke troškove parkiranja, smanjenje broja parkirnih mjesta i promociju javnog prijevoza. Ova politika čini bicikl praktičnijim izborom za dnevne migracije.
- **Integraciju s javnim prijevozom** biciklističke infrastrukture. Biciklisti mogu lako pristupiti tramvajima, autobusima i vlakovima, te prevoziti bicikle na određenim linijama, čineći vožnju biciklom dijelom većih putnih ruta.

- **Sigurnost i edukaciju** svih sudionika u prometu kroz razne kampanje za podizanje svijesti. Također, postoje i stroga prometna pravila koje uz kampanje doprinose smanjenju prometnih nesreća.

Ovaj model se često koristi kao inspiracija za gradove širom svijeta koji žele unaprijediti svoju biciklističku infrastrukturu, jer uspješno kombinira ekološku održivost, sigurnost i učinkovitost u urbanom okruženju. Također, ovaj biciklistički model je uspješan primjer integracije biciklističkih staza u urbani prometni sustav. Razvijena mreža staza, specijalizirani parkirališni kapaciteti, integracija s javnim prijevozom, promocija biciklizma i podrška zakonodavstva čine Amsterdam jednim od najbiciklistički prijateljskih gradova na svijetu.

4.2. Singapur: integracija održive mobilnosti u urbano planiranje

Singapur je globalni lider u integraciji održive mobilnosti u urbano planiranje. Grad-država se suočava s ograničenim zemljišnim resursima i velikom gustoćom stanovništva, što je potaknulo inovativne pristupe kako bi mobilnost bila efikasna i održiva. Također, razvio se sveobuhvatan pristup koji uključuje inovativne tehnologije, politiku održivosti i učinkovite prometne sustave. Neke od značajnijih značajki u integraciji održive mobilnosti u urbano planiranje u Singapuru su:

- **Pametno upravljanje prometom** kroz inteligentne sustave transporta (ITS) kako bi optimizirao prometne tokove uz prilagodljive semafore, sustave za nadzor prometa i digitalne alate za upravljanje parkirnim mjestima. Ovakva tehnologija omogućuje glatko odvijanje prometa i smanjuje zastoje, što pridonosi učinkovitosti gradskog prijevoza.
- **Razvijena mreža javnog prijevoza** koja uključuje jedan od najnaprednijih sustava javnog prijevoza na svijetu, u koji spada podzemna željeznica (Mass Rapid Transit - MRT), autobusi i lakši željeznički sustavi. Sustav MRT je ekološki prihvatljiv jer koristi električnu energiju, a stanice i linije su pažljivo integrirane u urbanistički plan kako bi bile lako dostupne. Također, grad neprestano ulaže u širenje mreže, s ciljem da se većina stanovnika nalazi unutar 10 minuta hoda od javnog prijevoza te se time potiče korištenje javnog prijevoza umjesto osobnih automobila, smanjujući zagušenje i emisije.

- **Ograničavanje upotrebe automobila** uz provođenje sustava naplate zagušenja (Electronic Road Pricing - ERP), koji naplaćuje vožnju u zagušenim gradskim područjima, čime destimulira korištenje automobila u korist javnog prijevoza ili drugih održivih opcija poput bicikala ili pješaćenja. Ovaj sustav je postao model za mnoge svjetske metropole.
- **Poticaji za korištenje električnih vozila** u sklopu dugoročnog plana za smanjenje emisija i proširenje mreže punionica. Grad ima u cilju smanjenje broja tradicionalnih automobila i poticanje ekološki prihvatljivih alternativnih načina prijevoza.
- **Integracija s urbanim razvojem** koja je usko povezana s planiranjem održive mobilnosti. Singapur koristi koncept "Transit-Oriented Development" (TOD), gdje su stambene, poslovne i trgovačke zone koncentrirane oko prometnih čvorišta. Ovaj koncept smanjuje potrebu za dugim putovanjima i potiče ljude da koriste javni prijevoz ili pješake.
- **Zeleni koridori i biciklističke staze** u čije se proširenje mreže puno ulaže, iako Singapur nema dugu biciklističku tradiciju kao neki europski gradovi. Ove staze povezuju ključne dijelove grada, stvarajući ugodne i sigurne rute za bicikliste i pješake.
- **Dugoročna vizija i planovi** kojima se vodi Singapur. Najpoznatiji takav plan je "Sustainable Singapore Blueprint", koji uključuje ciljeve poput smanjenja emisija stakleničkih plinova i povećanja udjela javnog prijevoza. Tamošnja vlast kontinuirano preispituje i prilagođava politike u skladu s potrebama stanovništva i ekološkim ciljevima.

Ovakav pristup u gradu-državi poboljšava kvalitetu života, smanjuje ekološki otisak i povećava učinkovitost urbanog prijevoza. Ovo je primjer kako se napredne tehnologije, politike i infrastruktura mogu uskladiti kako bi se stvorio učinkovit i održiv prometni sustav. Kombinacija integriranih prometnih sustava, pametnih tehnologija, podrške za zelene tehnologije i obrazovanja građana čini Singapur jednim od najnaprednijih gradova u svijetu u pogledu održive mobilnosti.

4.3. Kopenhagen: transformacija prometne infrastrukture u gradu

Kopenhagen je prepoznat kao jedan od globalnih lidera u transformaciji prometne infrastrukture s ciljem održivosti i poboljšanja kvalitete života svojih građana. Grad je usvojio sveobuhvatan pristup koji uključuje razvoj biciklističkih staza, poboljšanje javnog prijevoza i

implementaciju pametnih prometnih rješenja. Ovaj danski grad je poznat po svojoj viziji postati prva svjetska karbonski neutralna prijestolnica do 2025. godine, a ključna komponenta te vizije je prometna infrastruktura koja potiče ekološki prihvatljive oblike mobilnosti. Glavne značajke transformacije prometne infrastrukture u Kopenhagenu su:

- **Biciklistička infrastruktura** koja je iznimno razvijena pa se Kopenhagen često i naziva „biciklističkim rajem“. Grad posjeduje preko 400 km biciklističkih staza i dominantno prijevozno sredstvo je bicikl. Biciklističke staze su fizički odvojene i omogućuju sigurnu vožnju kroz cijeli grad. Kopenhagen koristi pametne semafore koji daju prioritet biciklistima, posebno u prometnim špicama, čime se smanjuju čekanja i povećava protok biciklista. Uz to, grad je izgradio niz mostova namijenjenih isključivo biciklistima i pješacima, uključujući slavni "Cykelslangen" (Biciklistička zmija) koji povezuje glavne biciklističke rute preko vodenih kanala.
- **Ograničenje automobilske prometa** u centru grada. Aktivno se i smanjuje broj parkirnih mjesta i uvodi zone niskih emisija, čime se destimulira upotreba automobila. Grad koristi i visoke naknade za parkiranje kako bi obeshrabrio vožnju automobilima unutar urbanih područja.
- **Održivi javni prijevoz** koji je integriran i uključuje metro, autobuse i vlakove. Posebno je značajna ekspanzija metro sustava koji pokriva velike dijelove grada i predgrađa, te koristi električnu energiju kao održivi izvor. Uz to, metro radi 24 sata dnevno, čime pruža stanovnicima stalnu i pouzdanu opciju za kretanje gradom bez upotrebe osobnih automobila.
- **Pješačke zone i urbana obnova** su značajan dio transformacije Kopenhagena. Grad je 1960-ih godina započeo s pretvaranjem ulica u pješačke zone, počevši s glavnom trgovačkom ulicom Strøget, jednom od najdužih pješačkih ulica u Europi. Danas mnogi dijelovi centra grada nude pješačke prostore koji su slobodni od automobila, čime se povećava kvaliteta života i sigurnost pješaka.
- **Zeleni i „plavi“ koridori** koje grad integrira u prometno planiranje kako bi se poboljšala kvaliteta zraka i smanjila urbanizacija. Proširilo se i brojne zelene koridore, koji povezuju parkove i prirodne prostore s prometnim rutama, što potiče pješaćenje i vožnju biciklom. Osim toga, razvijeni su vodeni kanali i javni prostori uz obalu koji su atraktivni i povezani s prometnom infrastrukturom.
- **Planiranje budućnosti** uz pristup poznat kao "Copenhagenize", gdje se prometni sustavi kontinuirano prilagođavaju kako bi podržali održivu mobilnost. Postoje i

izazovi poput rasta stanovništva, ali planira daljnje širenje biciklističke infrastrukture, uključivanje autonomnih vozila i povećanje elektrifikacije vozila u javnom prijevozu.

- **Podrška zajednice i svijest građana** su jedan od razloga za uspjeh transformacije prometa. Građani Kopenhagena su visoko svjesni važnosti ekološki održivih rješenja i podržavaju politike usmjerene na smanjenje emisija i unapređenje urbanih prostora. Promjene u prometnoj infrastrukturi osmišljene su u suradnji s građanima kako bi odgovarale njihovim potrebama.

Ova transformacija je omogućila Kopenhagenu da postane jedan od najbiciklistički prijateljskih gradova na svijetu i primjer uspješne urbanističke prakse. Ovaj projekat predstavlja uspješan primjer kako integracija biciklističkih staza, proširenje pješačkih zona, poboljšanje javnog prijevoza i primjena pametnih tehnologija mogu značajno unaprijediti urbani promet. U dolje navedenoj slici možemo vidjeti najznačajniju prometnu infrastrukturu u Europi. Ove prometne infrastrukture su atrakcija i predmet divljenja danas.[9] [18] [19]



Slika 6. : Tematsko izvješće: prometna infrastruktura u EU-u [6]

5. Održivost i ekološki aspekti urbane prometne infrastrukture

Pojam održivost u urbanom prometu odnosi se na planiranje, razvoj i upravljanje prometnom infrastrukturom tako da se minimizira negativan utjecaj na okoliš, da se poboljšava kvaliteta života građana i podržava dugoročna održivost urbanih sredina. Ekološki aspekti urbane prometne infrastrukture su ključni za smanjenje emisije štetnih plinova, za očuvanje prirodnih resursa i za poticanje održivih obrazaca mobilnosti. Također, promovira se javni prijevoz i električna vozila. Naglasak je na očuvanje prirodnih resursa poput vode i korištenje obnovljivih izvora energije (naprimjer solarni paneli, stanice za punjenje električnih vozila). Potiče se i na pametne prometne sustave, održivu gradnju, biciklizam i pješaćenje, zeleni javni prijevoz i na očuvanje biološke raznolikosti. Kada se to sve primjeni dolazi se do urbane sredine koja je ekološki prihvatljiva, energetske učinkovita i prilagođena potrebama građana. Na taj način se poboljšava i kvaliteta života u toj urbanoj sredini. [10]

5.1. Smanjenje emisija CO₂ u urbanim područjima

Urbana područja su glavni krivac za velik dio globalnih emisija ugljičnog dioksida (CO₂), kojem je uzrok velika koncentracija prometa, industrije i energije. S obzirom na sveprisutnost klimatskih promjena i potrebu za smanjenjem emisija stakleničkih plinova, gradovi su ključni akteri u provedbi strategija za smanjenje emisija CO₂. Prihvatanje strategija za promociju održivih oblika prijevoza, povećanje energetske učinkovitosti zgrada, korištenje obnovljivih izvora energije i planiranje održivih urbanih područja može značajno doprinijeti smanjenju emisija CO₂ i poboljšanju kvalitete života u gradovima. Ove strategije ne pomažu samo protiv klimatskih promjena nego i stvaraju održivije i zdravije urbane sredine. Dolje priložena slika ukazuje kako bi ljudi više brige i truda trebali posvetiti smanjenju emisije CO₂ u svijetu. [11]



Slika 7. : Paradoks dekarbonizacije [7]

5.2. Promicanje javnog prijevoza i alternativnih oblika prijevoza

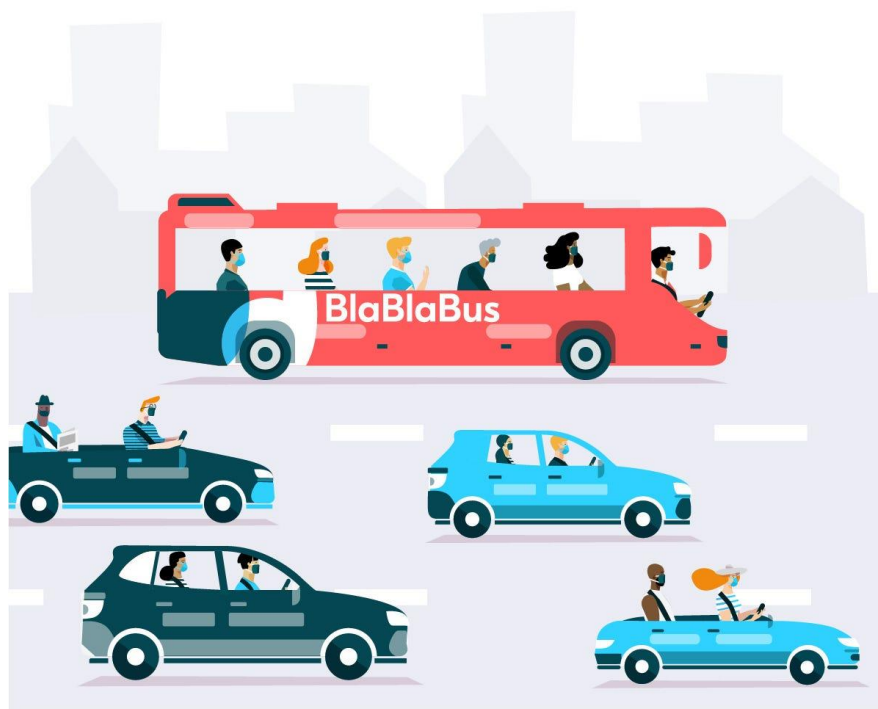
Promicanje javnog prijevoza i alternativnih oblika prijevoza je ključno za stvaranje održive urbane sredine. Ove strategije osim što smanjuju štetne plinove i gužve, također i poboljšavaju kvalitetu života i potiču ekološki prihvatljiv način kretanja. Ključni aspekti za promicanje javnog prijevoza su:

- **Poboljšanje kvalitete javnog prijevoza** uz povećanje frekvencije i pouzdanosti javnog prijevoza i uz udobnost i pristupačnost javnog prijevoza.
- **Financijski poticaji** koji podrazumijevaju subvencije i besplatne vožnje te poticaje za zaposlenike.
- **Integracija različitih oblika prijevoza** što se odnosi na multimodalne sustave i jedinstvene kartice i aplikacije.

Ključni aspekti za promicanje alternativnih oblika prijevoza su:

- **Razvoj biciklističke infrastrukture** što uključuje izgradnju biciklističkih staza i parkirališta za bicikle.
- **Poticanje pješaćenja** uz izgradnju pješačkih zona i povezivanje s javnim prijevozom.
- **Električna vozila** pod koje spadaju infrastruktura za punjenje i subvencije za električna vozila.
- **Uvođenje dijeljenja vozila** što se odnosi na servise za dijeljenje vozila i na dijeljenje bicikala i skutera.

Ove strategije doprinose održivosti i stvaranju ekološki prihvatljive sredine. Dolje navedena slika prikazuje skicu načina korištenja BlaBlaCar-a. [12]



Slika 8. BlaBlaCar [8]

5.3. Izazovi i prilike za uvođenje ekoloških mjera u prometni sustav

Uvođenje ekoloških mjera u prometni sustav postaje sve važnije u kontekstu globalnih klimatskih promjena i potrebe za održivim razvojem. Ove mjere podrazumijevaju prelazak na čistije tehnologije, promicanje održivih oblika prijevoza i optimizaciju prometnih sustava kako bi se smanjile emisije štetnih plinova. Iako svi teže ovim mjerama, nažalost se i svi suočavaju s brojnim izazovima koji otežavaju provedbu ovih mjera. Neki od izazova u uvođenju ekoloških mjera su:

- **Visoki troškovi implementacije** koji uključuju ulaganje u infrastrukturu i razne troškove tehnologije.
- **Tehnička ograničenja** pod kojima se smatraju integracija s postojećim sustavima i održavanje i pouzdanost.
- **Otpor promjenama** koji se odnosi na zakonodavne prepreke i pristupe i ponašanja korisnika.
- **Nedostatak financijskih poticaja** što uključuje državne subvencije i poticaje.

Mogućnosti za uvođenje ekoloških mjera su uz:

- **Povećanje javne svijesti i prihvaćanje** uz razne edukacije i kampanje.
- **Poticanje suradnje i partnerstva** što se odnosi na javni i privatni sektor te međunarodnu suradnju.
- **Tehnološki napredak** pod kojim se misli na inovacije u tehnologiji i pametne sustave.
- **Regulacije i poticaji** što uključuje financijske poticaje i zakonodavne inicijative.

Uvođenje ekoloških mjera u prometni sustav je jako izazovno, uključuje velike troškove, nailazi na otpor promjenama, dolaze tehnološka ograničenja i nedostaje financijski poticaj. Uz sve to, mogu se provest uz jačanje svijesti, uz tehnološki napredak, uz međusobnu suradnju i primjenu povoljnih regulacija i poticaja. S pravim ciljem, strategijom i uz puno volje se svi ovi izazovi mogu prevladati i može se doprinijeti očuvanju okoliša i boljoj kvaliteti života u urbanim sredinama.

[13]

6. Tehnološki utjecaj na urbanu prometnu infrastrukturu

Tehnološki napredak značajno utječe na razvoj urbane prometne infrastrukture, donoseći nove mogućnosti za poboljšanje učinkovitosti, sigurnosti i održivosti prometnih sustava. Sve od pametnih prometnih sustava do električnih vozila i autonomnih vozila, tehnologija mijenja način na koji se planira, upravlja i koristi prometna infrastruktura u urbanim sredinama. Neke od najznačajnijih tehnologija u urbanom prometu su: Pametni prometni sustavi (ITS) koji vozaču olakšavaju vožnju, električna vozila (EVs), pametni parking sustavi i autonomna vozila. Ta tehnologija utječe na urbanu prometnu infrastrukturu kroz poboljšanje učinkovitosti prometa, kroz održivost i ekologiju, kroz povećanje sigurnosti u prometu i kroz pozitivne promjene u urbanom planiranju (transformacija urbanih prostora i razvoj infrastrukture). [14]

6.1. Pametni gradovi i tehnologija Internet stvari (IoT) u prometu

Koncept pametnih gradova se zasniva na integraciji naprednih tehnologija za poboljšanje učinkovitosti, održivosti i kvalitete života u urbanim sredinama. Internet stvari (IoT) je jedna od glavnih tehnologija u pametnim gradovima. Ona omogućuje povezivanje različitih uređaja i sustava putem interneta, omogućujući prikupljanje i razmjenu podataka u stvarnom vremenu. Ta tehnologija ima potencijal transformirati način na koji se upravlja prometom, način na koji se upravlja resursima i način na koji se poboljšava sigurnost na cestama. Glavne uloge IoT-a u pametnim gradovima su povezivanje prometnih sustava, praćenje i optimizacija javnog prijevoza i optimizacija parkiranja. Ova tehnologija omogućuje smanjenje emisija i održivost, bolje iskustvo putnika, veću učinkovitost prometa i smanjenje gužvi i veću sigurnost putnika. Mane IoT-a su potreba za novim ulaganjima i razni ostali troškovi, privatnost i zaštita podataka (moguća krađa osobnih podataka od mnoštva ljudi), nužna je interoperabilnost i standardizacija. Ova tehnologija predstavlja budućnost u procesu urbanog razvoja uz potrebu za raznim poboljšanjima na sigurnosti, održivosti i učinkovitosti. Ova tehnologija je glavna komponenta svih modernih pametnih gradova. [15]



Slika 9. Pametni grad [9]

6.2. Aplikacije za pametno planiranje putovanja i upravljanje prometom

Aplikacije za pametno planiranje putovanja i upravljanje prometom korisnicima služe za optimiziranje svojeg putovanja, smanjuju vrijeme provedeno u prometu, te doprinose efikasnijem korištenju prometne infrastrukture. One koriste napredne algoritme, podatke u stvarnom vremenu i tehnologiju Interneta stvari (IoT), kako bi pružile korisnicima najpreciznije i najprikladnije informacije. Vrste aplikacija za pametno planiranje putovanja i upravljanje prometom su:

- **Aplikacije za javni prijevoz** poput Citymapper, Moovit i Transit koje omogućuju putnicima da planiraju svoje putovanje koristeći različite oblike javnog prijevoza, uključujući autobuse, tramvaje, vlakove i podzemnu željeznicu. Također, pružaju informacije u stvarnom vremenu o dolascima i odlascima vozila, promjenama u rasporedu i uvjetima na terenu, a mogu i kombinirati različite vrste prijevoza kako bi ponudile najefikasnije rute.
- **Aplikacije za pametno parkiranje** poput ParkMobile, SpotHero i EasyPark koje omogućuju korisnicima da pronađu i rezerviraju parkirno mjesto prije dolaska na destinaciju. Funkcioniraju na način da koriste IoT senzore kako bi korisnicima pružile informacije o dostupnosti parkirnih mjesta u stvarnom vremenu, čime smanjuju vrijeme potrebno za traženje parkirnog mjesta i smanjuju prometne gužve.
- **Navigacijske aplikacije** poput Google Maps, Waze i Apple Maps koje omogućuju korisnicima da pronađu najbrži ili najkraći put do željene destinacije. Funkcioniraju na

način da prikupljaju podatke u stvarnom vremenu o prometnim uvjetima, kao što su gužve, radovi na cesti ili nesreće, kako bi predložile najbolju rutu.

- **Aplikacije za dijeljenje vožnje i mikromobilnost** poput Uber, Lyft, Lime i Bird koje omogućuju korisnicima da brzo pronađu i rezerviraju vožnju automobilom, biciklom ili skuterom. One često nude i opcije dijeljenja vožnje, što smanjuje broj vozila na cestama i doprinosi smanjenju emisija CO₂. Također mogu i integrirati informacije o javnom prijevozu, omogućujući korisnicima da kombiniraju različite načine prijevoza u jednom putovanju.

Ove aplikacije doprinose smanjenju vremena putovanja, promicanju održivih načina prijevoza, većoj učinkovitosti prometa i povećanju sigurnosti u prometu. Mane na koje nailazimo koristeći aplikacije su loša privatnost podataka, ovisnost o tehnologiji i interoperabilnost. Aplikacije su neizostavni dio u budućim i moderno razvijenim urbanim prometnim područjima.

[16]

7. Integracija prometne politike u urbano planiranje

Integracija prometne politike u urbano planiranje je ključna za stvaranje održivih, funkcionalnih i pristupačnih gradova. Prometna politika usmjerena na urbane prostore obuhvaća niz mjera i strategija koje imaju za cilj optimizirati korištenje prometne infrastrukture, smanjiti negativne utjecaje na okoliš, te poboljšati kvalitetu života građana. Integracija prometne politike u urbano planiranje se temelji na:

Konceptu održive mobilnosti

U današnje vrijeme prometna politika sve više uključuje održivu mobilnost, koja obuhvaća ekološki prihvatljive oblike prijevoza poput javnog prijevoza, biciklističke infrastrukture i pješačkih zona. Cilj je smanjiti ovisnost o automobilima, potaknuti korištenje javnog prijevoza te promovirati aktivne načine prijevoza, poput bicikliranja i hodanja kroz planiranje pješačkih i biciklističkih zona i optimizaciju mreže javnog prijevoza.

Pametnim gradovima i inteligentnim prometnim sustavima (ITS)

Ova tehnologija omogućuje učinkovito upravljanje prometnim tokovima kroz korištenje tehnologija poput pametnih semafora, senzora i digitalnih platformi za nadzor i upravljanje prometom. Također, omogućuje gradovima da smanje prometne zastoje i zagađenje, optimiziraju kretanje vozila i pješaka, da prate i prilagođavaju rute i vrijeme dolaska javnog prijevoza.

Transit-Oriented Development-u (TOD-u)

To je jedan od najvažnijih pristupa integraciji prometne politike u urbano planiranje. On podrazumijeva planiranje stambenih, poslovnih i komercijalnih objekata oko čvorišta javnog prijevoza, čime se smanjuje potreba za korištenjem automobila i povećava korištenje javnog prijevoza. Ovakav pristup omogućuje poboljšanje kvalitete života, uštedu prostora i smanjenje zagušenja i povećava gustoću naseljenosti.

Prostor za automobile i prometnu regulaciju

Važnost se pridaje osiguranju balansa između automobilskeg prometa i ostalih oblika prijevoza. Ova politika uključuje mjere poput optimizacije parkirališta i uvođenja zona niskih emisija.

Multimodalni transport

On omogućuje korištenje različitih oblika prijevoza (javni prijevoz, bicikli, automobili i pješčenje) unutar jedinstvene mreže. Za to je potrebno osigurati integraciju karata i sustava naplate i jasne i sigurne veze između različitih vrsta prijevoza.

Ekološki ciljevi i smanjenje emisija

Jedan od glavnih pokretača integracije prometne politike u urbano planiranje su ekološki ciljevi. Oni se provode poticanjem javnog prijevoza i elektrifikacijom vozila, razvitkom zelenih prostora i biciklističkih staza i ograničavanjem automobilskeg prometa.

Sudjelovanje građana i transparentno planiranje

Za uspješnu integraciju prometne politike, važno je uključiti građane u proces planiranja. Transparentno planiranje olakšava implementaciju politika i smanjuje otpor prema promjenama.

Kako gradovi nastavljaju rasti, postaje sve važnije provoditi strategije koje promiču održivi razvoj, smanjuju negativne utjecaje na okoliš, i poboljšavaju kvalitetu života za sve građane. Ova integracija osigurava ravnotežu između ekonomskog razvoja, ekološke održivosti i društvene inkluzije, pružajući temelj za razvoj pametnih i održivih gradova.

7.1. Suradnja između urbanističkih i prometnih stručnjaka

Jako je bitna suradnja između urbanističkih i prometnih stručnjaka kako bi se mogli stvoriti učinkoviti, održivi i funkcionalni gradovi. Oba stručna područja se bave različitim aspektima urbanog razvoja, ali njihova integracija osigurava da se prostor i prometna infrastruktura razvijaju na način koji najbolje odgovara potrebama stanovnika i okoliša.

Ključni aspekti suradnje su:

Holistički pristup planiranju

Urbanistički stručnjaci su zaduženi za raspored i funkcionalnost prostora dok su prometni stručnjaci zaduženi infrastruktura koja omogućava kretanje ljudi i roba kroz te prostore.

Održivi razvoj i smanjenje negativnih utjecaja

Pronalaze rješenja koja smanjuju negativne utjecaje prometa na okoliš. Primjeri uključuju planiranje zelenih koridora, izgradnju biciklističkih staza i pješačkih zona, te promicanje upotrebe javnog prijevoza.

Primjena tehnologija i inovacija

Uvođenje inteligentnog transportnog sustava (ITS) koji omogućava dinamičko upravljanje prometom, smanjuju zagušenja, te poboljšavaju učinkovitost javnog prijevoza.

Povezivanje prostorne i prometne strategije

Uvađanje integracije javnog prijevoza u urbane planove, smještanje glavnih prometnih čvorišta u blizini ključnih urbanih centara te osiguravanje dostupnosti različitih oblika prijevoza u svim dijelovima grada.

Kreiranje sigurnih i dostupnih prostora

Kreiranje prometnih rješenja koja osiguravaju sigurnost svih sudionika u prometu, uključujući pješake, bicikliste i vozače.

Participativno planiranje i uključivanje zajednice

Stvaranje prostora koji zadovoljavaju potrebe građana, potiču održivi razvoj i smanjuju negativne utjecaje na okoliš.

7.2. Dijalog s građanima i dionosnicima u planiranju prometne infrastrukture

Dijalog s građanima i dionosnicima je ključan element u procesu planiranja prometne infrastrukture. Uključivanje zajednice i relevantnih dionika osigurava da planovi i projekti odgovaraju stvarnim potrebama korisnika, što povećava uspješnost i održivost infrastrukture. Dijalog omogućava da rješenja koja se implementiraju odgovaraju potrebama zajednice, potiče prihvaćanje promjena i osigurava održivost projekata. Učinkovita participacija građana i dionika može poboljšati kvalitetu donošenja odluka, smanjiti konflikte i pridonijeti transparentnosti procesa. Ključni aspekti dijaloga su:

- **Suradnja s lokalnim vlastima i stručnjacima** koji imaju ključnu ulogu u usklađivanju tehničkih i društvenih aspekata planiranja. Tako se dobivaju rješenja koja nisu samo tehnički ispravna, već i društveno prihvaćena. Uspješna suradnja s vlastima pomaže i u dobivanju potrebnih odobrenja i financijske potpore za projekte.
- **Osiguranje raznolikosti** kroz manje zastupljene skupine (poput osoba s invaliditetom, starijih građana, ili zajednica s nižim prihodima, koje se često susreću s posebnim izazovima u prometu) i kroz rodnu perspektivu u prometu (koja se sve više uzima u obzir jer muškarci i žene imaju različite uzorke korištenja prometa i sigurnosne potrebe).

- **Učinkovito komuniciranje promjena** kroz jasnu komunikaciju o vremenskim okvirima, planiranim promjenama i očekivanim koristima ključna je za stvaranje pozitivne percepcije projekata.
- **Smanjenje konflikata i povećanje povjerenja** uz uključivanje građana u sami projekt. Uspješan primjer toga su gradovi poput Kopenhagena i Amsterdama, gdje je suradnja građana i urbanista pridonijela širokoj podršci za biciklističku i održivu prometnu infrastrukturu.
- **Povratne informacije i prilagodba** koje su bitne nakon implementacije. Građani i dionici trebaju imati mogućnost davanja povratnih informacija o funkcioniranju novih prometnih rješenja kako bi se poboljšala njihova učinkovitost. Fleksibilnost u planiranju, koja dopušta prilagodbu u skladu s povratnim informacijama, povećava dugoročni uspjeh prometnih projekata.

Dijalog omogućava stvaranje rješenja koja su prilagođena stvarnim potrebama zajednice, povećava prihvaćanje projekata i doprinosi stvaranju održivih, sigurnih i funkcionalnih prometnih sustava. Ovaj način ne samo da doprinosi boljim infrastrukturnim rješenjima, već jača povjerenje u javne institucije, smanjuje rizik od sukoba i potiče suradnju između svih sudionika u procesu.

7.3. Financijski aspekti razvoja urbane prometne infrastrukture

Financijski aspekti razvoja urbane prometne infrastrukture su bitni za uspješno planiranje i provedbu infrastrukturnih projekata. Izgradnja, održavanje i unapređenje infrastrukture zahtijevaju značajna ulaganja, koja često dolaze iz kombinacije javnih sredstava, privatnih investicija i međunarodnih financijskih mehanizama. Razumijevanje troškova, financijskih izvora i ekonomskih koristi može značajno utjecati na donošenje odluka i održivost projekata. Projektni urbane prometne infrastrukture se financiraju iz javnih proračuna, međunarodnih financijskih institucija, privatnih investicija i partnerstva ili iz EU fondova.

Ciljevi su povećanje gospodarske aktivnosti (poboljšanje prometne mreže omogućuje bolju povezanost između urbanih i ruralnih područja, čime se potiče trgovina, otvaraju nova radna mjesta i privlače investicije), smanjenje troškova zagušenja (ulaganja u javni prijevoz, biciklističku i pješačku infrastrukturu mogu smanjiti prometne zastoje, što rezultira uštedom vremena i goriva te smanjenjem ekoloških troškova), zdravstveni i ekološki benefiti (smanjenje

korištenja automobila, povećanje fizičke aktivnosti kroz hodanje i bicikliranje te smanjenje zagađenja zraka doprinose boljim zdravstvenim ishodima za građane, što dugoročno smanjuje zdravstvene troškove).

Financijski izazovi i rizici su prekoračenje proračuna (zbog nepredviđenih troškova, promjena u projektiranju ili neusklađenosti s vremenskim okvirima), promjene u političkim prioritetima (promjene u vlasti ili političkim prioritetima mogu dovesti do smanjenja financiranja ili otkazivanja projekata) i neučinkovito upravljanje projektima (loše planiranje ili nedovoljna koordinacija između različitih dionika može povećati troškove i odgoditi završetak projekta).

Neki od inovativnih financijskih mehanizama su zelene obveznice (obveznice koje financiraju projekte koji doprinose smanjenju emisija stakleničkih plinova i poboljšanju održivosti), financiranje temeljno na performansama (ovaj model povezuje financiranje s postignućem određenih ciljeva, poput smanjenja zagađenja ili povećanja korištenja javnog prijevoza, što potiče učinkovitost u upravljanju projektima) i naknade za korištenje ceste i naplata vožnje (gradovi poput Londona i Stockholma koriste naplate za vožnju kroz središta gradova, što smanjuje zagušenja i osigurava dodatni prihod za daljnji razvoj infrastrukture).

Gradovi poput Kopenhagena, Amsterdama i Singapura su uspješno implementirali financijske strategije za održivi razvoj prometne infrastrukture. Kopenhagen, primjerice, koristi sredstva iz EU fondova, privatne investicije i prihod od parkiranja za razvoj svoje poznate biciklističke infrastrukture i javnog prijevoza, dok Singapur koristi sofisticirane sustave naplate cestarine i naknade za prometnu gužvu kako bi financirao proširenje javnog prijevoza. Financijski aspekti razvoja urbane prometne infrastrukture zahtijevaju pažljivo planiranje i upravljanje. Razumijevanje i pravilno upravljanje ovim aspektima omogućava stvaranje održivih i učinkovito financiranih prometnih sustava koji zadovoljavaju potrebe urbanih zajednica. Dolje navedena slika ukazuje na skicu kako bi razni stručnjaci zajedničkim snagama trebali odlučivati i pregovarati o projektima urbanog planiranja. [17] [18] [19]



Slika 10. : Urbano planiranje [10]

8. Zaključak

Uzevši u obzir sve navedeno u ovom radu do sada, sve informacije koje se mogu pronaći uz pomoć raznih izvora, možemo zaključiti kako Hrvatska zaostaje s provođenjem transformacije urbane prometne infrastrukture, naspram ostalim Europskim zemljama. Također, ima još puno prostora za napredak po pitanju modernizacije urbane prometne infrastrukture. Naravno, ne može se reći da Hrvatska ništa ne radi po tom pitanju, jer pokušava konstantno uvoditi sve više biciklističkih staza i pješačkih zona, električnih vozila, izgradnja zelenih otoka i površina, korištenje aplikacija za pametno planiranje putovanja i upravljanje prometom. Postoji puno ciljeva i dobrih strategija kako bi mogli transformirati urbanu prometnu infrastrukturu na kvalitetan način. Međutim, to se ne može riješiti u par dana, već je potrebno nekoliko godina uz velik budžet koji je za to potreban. Provesti ovakav projekat je jako komplicirano jer se bi se tada trebala mijenjati kompletno cijela postojeća infrastruktura, kako bi mogli dobiti sa novom infrastrukturom jedno moderno urbano prometno područje. Uz to, jako veliku ulogu u ostvarivanju transformacije urbane prometne infrastrukture imaju i sami stanovnici gradova. Naime, smatram kako ljudi nisu još dovoljno osviješćeni o važnosti i pogodnostima koje bi dobili ovakvom transformacijom. Ljudi su takvi, jer se boje promjena i jer imaju fobiju radova na cesti kada ih ugledaju. Kada se te stvari promjene i kada će Hrvatska imati dovoljan budžet sa kojim će htjeti uložiti u transformaciju urbane prometne infrastrukture, tada ćemo svi mi početi živjeti jednim novim načinom života. Taj način života će biti puno kvalitetniji jer neće postojati velike gužve, duga čekanja i frustracije u prometu. Također, s tim bi dobili i moderan javni prijevoz i integraciju prometa. Uz to, puno manje bi se zagađivao okoliš i ljudi bi živjeli u jednoj zdravijoj, funkcionalnijoj, efikasnijoj i ugodnijoj sredini. Kako bi se ovakav projekat uspješno realizirao, potrebna je snažna suradnja i međusobno razumijevanje između stanovnika, politike same zemlje i urbanističkih i prometnih stručnjaka.

Popis literature

[1] McKinsey & Company;

<https://www.mckinsey.com/> , pristupljeno 25.07.2024.

[2] National Geographic – Urbanization (National Geographic Society);

<https://education.nationalgeographic.org/resource/urbanization/>, pristupljeno 25.07.2024.

[3] Urban Transport News;

<https://urbantransportnews.com/article/urban-mobility-innovations-for-future-cities>,
pristupljeno 10.08.2024.

[4] Planetizen;

<https://www.planetizen.com/>, pristupljeno 10.08.2024.

[5] Strategija prometnog razvoja Republike Hrvatske (2017.-2030.);

<https://mmpi.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/MMPI%20Strategija%20prometnog%20razvoja%20RH%202017.-2030.-final.pdf> , pristupljeno 10.08.2024.

[6] Google Scholar: urbani prometni sustavi u Zagrebu, Splitu i Rijeci;

https://scholar.google.com/scholar?hl=hr&as_sdt=0%2C5&q=urbani+prometni+sustavi+u+Zagrebu%2C+Splitu+i+Rijeci&btnG= , pristupljeno 22.08.2024.

[7] Development of cycling infrastructure and pedestrian zone development;

<https://www.mdpi.com/2071-1050/11/17/4730> , pristupljeno 22.08.2024.

[8] International Association of Public Transport (UITP);

<https://www.uitp.org/search-tool?types=&topics=®ions=&tags=integration%2520of%2520public%2520transport,integration%2520of%2520public%2520transport&all> , pristupljeno 25.08.2024.

[9] Case studies of urban transport infrastructure from around the world;

<https://www.polisnetwork.eu/wp-content/uploads/2019/06/Success-failure-urban-transportation-infrastructure-projects1.pdf> , pristupljeno 25.08.2024.

[10] Sustainable Urban Mobility;

https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/urban-transport/sustainable-urban-mobility_en ,
pristupljeno 01.09.2024.

[11] Urban Transport and Climate Change;

<https://www.worldbank.org/en/news/feature/2006/05/03/urban-transport-and-climate-change> ,
pristupljeno 01.09.2024.

[12] Institute for Transportation and Development Policy (ITDP): Sustainable Transportation;

<https://www.energy.gov/eere/sustainable-transportation-and-fuels> , pristupljeno 01.09.2024.

- [13] European Commission - Sustainable Mobility; https://transport.ec.europa.eu/index_en?wt-search=yes , pristupljeno 03.09.2024.
- [14] The impact of emerging technologies on the transport system;
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/652226/IPOL_STU\(2020\)652226_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/652226/IPOL_STU(2020)652226_EN.pdf) , pristupljeno 03.09.2024.
- [15] World Economic Forum - Internet of Things (IoT) in Urban Mobility;
<https://www.linkedin.com/pulse/unlocking-future-urban-mobility-iot-libelium> , pristupljeno 03.09.2024.
- [16] Aplikacije za pametno planiranje putovanja i upravljanje prometom;
<https://grazia.hr/aplikacije-za-planiranje-putovanja/> , pristupljeno 06.09.2024
- [17] Integracija prometne politike u urbano planiranje;
https://transport.ec.europa.eu/index_en?wt-search=yes , pristupljeno 09.09.2024.
- [18] S. Dobrović, Održivi razvoj: Hrvatska i Europska unija, 2015., Zagreb
- [19] Z. Težak, Cestovni promet (ova knjiga često se koristi kao udžbenik za prometne studije na tehničkim fakultetima), 2008., Zagreb

Popis slika

Slika 1. Skica održive urbane mobilnosti [1]

Slika 2. Inteligentni transportni sustavi Hrvatske[2]

Slika 3. Tramvajski promet u Zagrebu [3]

Slika 4. Rijeka Gateway projekt [4]

Slika 5. Multimodalnost prijevoza [5]

Slika 6. Tematsko izvješće: prometna infrastruktura u EU-u [6]

Slika 7. Paradoks dekarbonizacije [7]

Slika 8. BlaBlaCar [8]

Slika 9. Pametni grad [9]

Slika 10. Urbano planiranje [10]