

Информационе технологије система за дељење бицикала

Information technology of bike sharing systems

Јована Митић, др Павле Питка, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈНО ИНЖЕЊЕРСТВО

Кратак садржај – У првом делу рада представљене су карактеристике, предности и подела система за дељење бицикала. У другом делу рада описане су спецификације система за дељење бицикала. На крају су представљене информационе технологије које представљају основу за функционисање ових система.

Кључне речи: Систем, бицикл, станице, прикључна места.

Abstract – The first part of the paper presents the characteristics, advantages, and classification of bicycle sharing systems. The second part describes the specifications of these systems. Finally, the paper discusses the information technologies that form the foundation for their operation.

Keywords: System, bicycle, stations, docks

НАПОМЕНА: Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Павле Питка, ванредни професор.

1. УВОД

Системи за дељење бицикала дизајнирани су да пруже економично, еколошки прихватљиво и практично средство превоза за бројне кратке релације. Такви системи се састоје од флоте робусних и лако доступних бицикала, постављених на станицама смештеним на погодним локацијама широм градског подручја. Дељење бицикала представља релативно јефтини и лако применљив продужетак инфраструктуре јавног превоза у граду.

Системи за дељење бицикала обично функционишу као аутоматизовани сервис изнајмљивања за кратке временске периоде. Оваква организација подстиче краће, спонтане вожње, у којима корисници преузимају бицикл, користе га кратко (обично 30 минута или краће) и враћају на било коју станицу у систему, како би бицикл био доступан и другим корисницима. Већина система примењује тарифни модел који подстиче честе и кратке вожње, а смањује могућност да бицикли дуго буду у употреби од стране једног корисника [1].

Системи за дељење бицикала имају за циљ да корисницима омогуће и олакшају приступ систему, како би корисници на што бржи и ефикаснији начин могли да преузму бицикл.

2. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СИСТЕМА ЗА ДЕЉЕЊЕ БИЦИКАЛА

2.1 Предности система

Системи дељења бицикала имају две кључне предности у односу на друге облике транспортних пројеката: релативно ниске трошкове имплементације и кратак временски оквир реализације. Захваљујући томе, могуће је испланирати и успоставити читав систем у оквиру временског периода од две до четири године, што омогућава да користи за јавност постану видљиве и мерљиве знатно брже него код већине инфраструктурних или транспортних пројеката. Систем дељења бицикала представља додатну транспортну опцију за кратка урбана путовања, како за становнике тако и за посетиоце града [1].

Као што је приказано на слици 1., овај систем попуњава постојећу празнину између релација које су предуге за пешачење, али недовољно дуге да би се оправдало чекање градског превоза, као што је аутобус, или трошкови вожње аутомобилом или таксијем.



Слика 1. Градски режими путовања

Системи дељења бицикала могу на више начина допринети унапређењу квалитета урбаног живота и функционисања града:

- Смањење зависности од приватних аутомобила
- Проширење домета јавног превоза

- Подстицање већег коришћења бицикла
- Увођење нових корисника у бициклически саобраћај
- Смањење баријера за коришћење бицикла
- Смањење саобраћајних гужви и побољшање квалитета ваздуха
- Повећање приступачности
- Здравствена корист
- Финансијска корист
- Унапређење имиџа бициклизма
- Додатна подршка јавном превозу
- Унапређење здравља становништва
- Привлачење нових корисника бицикла
- Унапређење имиџа и брэнда града
- Подстицај локалном привредном развоју.

2.2 Подела система

Системи се могу поделити према типу стајалишта, технологији и власништву:

1. Према типу стајалишта:

- Систем са прикључним местима - бицикли се преузимају и враћају на фиксним станицама.
- Систем без прикључних места - бицикли се закључавају/откључавају преко апликације било где унутар дозвољене зоне.

2. Према технологији:

- Прва генерација - без ИТ система, једноставно бесплатно изнајмљивање.
- Друга генерација - коришћење картица или депозита.
- Трећа генерација - РФИД картице, паметне станице, ГПС праћење, мобилне апликације.
- Четврта генерација - ИоТ интеграција са другим видовима транспорта [1].

3. Према власништву и моделу управљања:

- Јавни системи (подржани од града/општине)
- Приватни системи (комерцијалне компаније)
- Хибридни системи (сарадња јавног и приватног сектора).

3. СПЕЦИФИКАЦИЈА СИСТЕМА

Спецификација система за дељење бицикала представља детаљан опис техничких, функционалних и оперативних елемената који су саставни део овог система.

Спецификација бицикала

Савремени системи за дељење бицикала заснивају се на стандардизованом типу бицикла са посебно дизајнираним или власничким компонентама које су намењене искључиво том систему. Овакав приступ обезбеђује трајност и сигурност, јер се делови бицикла не могу лако украсти нити препродати. Визуелни изглед бицикла представља кључни елемент у изградњи идентитета и брэнда система за дељење бицикала, па бицикли треба да одражавају модеран и

атрактиван дизајн. Употреба препознатљивих боја, облика рама, пластичних облога и графичких ознака разликује флотни систем од осталих бицикала у граду [2].

Спецификација станице

Сваки град има сопствене услове, културу и ограничења. У неким случајевима, станице за дељење бицикала могу се функционално поставити на тротоарима, док су у другим срединама погодније за постављање на коловозу.

Локације станица морају бити оперативни одрживе - на пример, потребно је обезбедити довољну изложеност сунцу ако се користи соларно напајање, као и приступне тачке за возила за одржавање и редистрибуцију бицикала. Такође, треба избегавати локације које ометају пешаке или стварају конфликте са другим елементима урбаног окружења, попут аутобусних стајалишта, хидрантских прикључака или простора за утовар и истовар робе. Поштовање ових смерница осигурава да су станице за дељење бицикала правилно интегрисане у урбани пејзаж, безбедне за коришћење и лако доступне корисницима, [3].

Постављање станица на места која одговарају конфигурацији тог места, као и поштовање свих препорука за постављање станице и пратећих елемената станице доводи до лакшег и економичнијег коришћења истих, уз што мање трошкова.

Спецификација прикључних места

Спецификација прикључних места фокусира се на техничке и функционалне карактеристике прикључних места у системима за дељење бицикала. Прикључна места представљају кључну инфраструктуру која омогућава сигурно паркирање, идентификацију и преузимање бицикала, као и повезивање са централним информационом системом.

Прикључна места у облику стубића погодни су због могућности фиксирања директно за подлогу, без потребе за вертикалном подршком. Спецификације ових прикључних места су следеће:

- Могу да приме по два бицикла по једном прикључном месту
- Ниска висина станице са прикључним местима
- Опремљени ИТ технологијом са РФИД читачем на врху сваког прикључног места
- Фиксне, непокретне конструкције

Спецификација терминала

Терминал представља централну процесну јединицу сваке станице. Он омогућава интерфејс између корисника, док станице и контролног центра. Комуникација са станицом са прикључним местом обавља се путем жичне везе, док се са контролним центром успоставља бежична веза (нпр. ГПРС, 3Г, 4Г). Терминал нуди интерактивни екран осетљив на додир са различитим менијима. Дизајнирани терминали треба да приказују следеће информације [4]:

- Податке о корисничкој претплати
- Стање на рачуну
- Тип претплате
- Доступност бицикала
- Капацитет станице
- Детаље о последњим вожњама корисника
- Потрошене калорије или количина CO₂ која је уштеђена.

Спецификација депоа

Депои за бицикле представљају централна места где се складиште, одржавају и управљају бицикли у оквиру система за дељење. Њихова улога је кључна за несметано функционисање система, јер овде бицикли добијају техничку подршку, сервисирају се и распоређују по станицама.

У депоима се свакодневно врши одржавање – од поправки и замене делова, до чишћења и пуњења електричних бицикала. Такође, овде се привремено чувају бицикли који су уклоњени са станица због поправки или прерасподеле. У већим системима депои често имају аутоматске системе за праћење бицикала помоћу ГПС-а, што олакшава планирање и повећава ефикасност рада [4].

Локација депоа пажљиво се бира како би сервисни тимови могли брзо да реагују и равномерно распореде бицикле по граду. Депои су један од важнијих делова инфраструктуре система за дељење бицикала.

4. ИНФОРМАЦИОНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ

Информационе технологије (ИТ) представљају основу функционисања система за дељење бицикала, јер повезују појединачне станице, кориснике и централни контролни центар путем специјализованог софтвера и механизма за пренос података. Кључне одлуке које се доносе у оквиру ИТ инфраструктуре односе се на начин регистрације корисника и реализације плаћања, процедуре преузимања и враћања бицикала на станицама, као и на начин размене информација – како интерно, ради ефикасног управљања системом, тако и екстерно, ради обавештавања корисника.

4.1 Мобилне апликације

Мобилне апликације представљају кључан елемент савремених система за дељење бицикала, јер омогућавају корисницима једноставан и брз приступ бициклима без потребе за физичким картицама или станицама за регистрацију.

- Функционалност мобилних апликација
 - Регистрација корисника: Корисници се пријављују путем апликације, уносе личне податке, верификују број телефона или е-маил адресу и повезују банковни рачун или платну картицу ради плаћања услуга.
 - Мапа доступних бицикала и станица: У реалном времену приказује се мапа града са означеним локацијама слободних бицикала, док се у системима са прикључним местима

приказују и капацитети стајалишта (број слободних места).

- Резервација и откључавање бицикла: Корисници могу унапред резервисати бицикл или га одмах откључати помоћу QR кода, НФЦ технологије или Блутут везе.
- Навигација и планирање руте: Апликације често нуде интегрисане мапе и ГПС навигацију која предлаже оптималне руте у зависности од саобраћаја, терена и временских услова.
- Праћење вожње и статистика: Након сваке вожње, корисник може прегледати време, пређену раздаљину.
- Плаћање и тарифе: Интегрисани системи плаћања (кредитне картице, локални системи) омогућавају транспарентно и аутоматско наплаћивање коришћења.
- Подршка и повратне информације: Апликације омогућавају корисницима да пријаве техничке проблеме, оштећења или дају оцене и коментаре о квалитету бицикала и услуге.
- Предности коришћења мобилних апликација
 - Повећање приступачности и флексибилности: корисници имају увид у стање система било када и било где.
 - Смањење оперативних трошкова: дигитална комуникација замењује физичке терминале и људске ресурсе.
 - Већа безбедност и транспарентност: свака трансакција и коришћење бицикла евидентирани су у систему.
 - Подстицање одрживе мобилности: апликације мотивишу кориснике да бирају бицикл као еколошко превозно средство кроз награде (поени, попусти).

4.2 Интернет интелгентних уређаја (Internet of Things)

Интернет интелгентних уређаја (ИоТ) представља мрежу повезаних уређаја који међусобно комуницирају и размењују податке путем интернета. У контексту система дељења бицикала, ИоТ технологија омогућава дигитално праћење, контролу и оптимизацију флоте бицикала, чиме се значајно побољшава ефикасност и поузданост целог система.

- Функционалност ИоТ технологије
 - ГПС сензори омогућавају праћење локације бицикла у реалном времену, што је кључно за системе без докова и планирање дистрибуције бицикала.
 - Сензори брзине и кретања прате начин коришћења бицикла и генеришу податке о пређеним раздаљинама и времену вожње.
 - Сензори стања бицикла (као што су сензори кочница, гума и електричних компоненти код

- е-бицикала) омогућавају правремено одржавање и смањење ризика од кварова.
- Комуникациони модули шаљу податке са бицикла или станице на централни сервер, што омогућава оператерима да прате статус флоте и оптимизују њено распоређивање.
- Технички изазови и ограничења
- Сигурност података и приватност: ИоТ уређаји прикупљају велику количину података о корисницима и локацији бицикала, што захтева имплементацију напредних сигурносних протокола.
- Поузданост уређаја: Сензори и комуникациони модули морају бити отпорни на временске услове, вандализам и физичка оштећења.
- Трошкови имплементације: Постављање и одржавање ИоТ система захтева почетна улагања, али дугорочно доноси значајне уштеде кроз оптимизацију операција и одржавања.

4.3 ГПС технологија

ГПС технологија представља основу за праћење и управљање системима дељења бицикала у реалном времену. Коришћење ГПС уређаја омогућава прецизно лоцирање бицикала, праћење њиховог кретања и интеграцију са мобилним апликацијама и ИоТ системима, што значајно побољшава ефикасност и функционалност система.

- Функционалност ГПС технологије
- Праћење локације бицикала: Сваки бицикл опремљен ГПС уређајем шаље информације о својој локацији централном серверу, што омогућава корисницима да преко мобилне апликације у реалном времену пронађу слободне бицикле.
- Оптимизација дистрибуције: ГПС подаци омогућавају оператерима да идентификују подручја са већом или мањом потражњом и тако планирају ефикасну расподелу бицикала по граду.
- Контрола и безбедност: ГПС омогућава праћење кретања бицикала како би се смањио ризик од крађе, неовлашћеног померања или задржавања бицикала на непредвиђеним локацијама.
- Интеграција са мобилним апликацијама и ИоТ: ГПС функционалност омогућава мобилним апликацијама да корисницима приказују прецизне информације о локацији, доступности и статусу бицикала, док ИоТ сензори додатно унапређују надзор и одржавање флоте.
- Предности ГПС технологије
- Повећава ефикасност расподеле бицикала према потражњи у граду.

- Побољшава безбедност и смањује крађе, јер оператери могу пратити локацију бицикала.
- Омогућава анализу података и планирање развоја инфраструктуре, на основу образаца коришћења бицикала и популарних рута.
- Побољшава корисничко искуство, јер корисници могу прецизно и брзо пронаћи бицикл и пратити своју вожњу.

4.4 РФИД технологија

Радио-фреквентна идентификација (РФИД) технологија представља један од најважнијих елемената савремених система дељења бицикала, посебно у праћењу и управљању бициклом. Ова технологија омогућава бежични пренос података између РФИД картице и читача помоћу радио таласа, чиме се елиминише потреба за физичким контактом и убрзава процес идентификације корисника.

- Основни принцип рада РФИД технологије

РФИД систем се састоји од три основна елемента:

- РФИД картице (таг) – садржи јединствени електронски код који идентификује корисника или објекат;
- РФИД читача – уређај који путем радио таласа комуницира са картицом и чита њен код;
- Централног информационог система – где се обрађују и чувају подаци о корисницима и бициклима.

Када корисник принесе картицу читачу, систем аутоматски препознаје идентитет корисника, проверава статус налога и омогућава преузимање бицикла. Овај процес траје свега неколико секунди, што значајно убрзава коришћење система и смањује гужве на станицама.

- Предности коришћења РФИД технологије

- Брзина и практичност: Коришћењем РФИД картица корисници брзо приступају бициклима без потребе за уносом података или употребом мобилних уређаја.
- Безбедност и поузданост: Свака картица има јединствени идентификациони број, што онемогућава неовлашћено коришћење система.
- Ефикасно управљање подацима: Систем прикупља информације о времену, локацији и учесталости коришћења бицикала, што помаже у анализи потражње и планирању.
- Отпорност на спољне услове: РФИД картице не захтевају директан контакт са читачем и функционишу и у неповољним временским условима.

4.5 Велики подаци и аналитика

Велики подаци (Big data) и аналитика представљају кључне елементе система за дељење бицикала. Коришћењем огромних и разноврсних скупова података оператери добијају увид у понашање

корисника, време и место потражње, стање флоте и ефикасност пословних процеса, што омогућава оптимизацију услуге, смањење трошкова и подизање квалитета услуге.

Big data обухвата велике количине података које генеришу: сензори на бициклима, ГПС траке, логови мобилних апликација, трансакциони подаци, подаци о одржавању, временски подаци, друштвени и догађајни подаци, као и демографски и географски подаци о граду. Аналитика тих података омогућава доношење одлука заснованих на доказима и оптимизацију операција у реалном времену и у планирању.

➤ Кључне примене

- Краткорочно предвиђање потражње: ребаланс и алокацију радника.
- Дугорочно планирање мреже и локација станица: модели за одређивање нових локација.
- Динамичко ребалансирање: оптимизацијски модели смањују број празних/препуњених станица и трошкове транспорта.
- Персонализација и сегментација корисника: кластер анализа и профили за циљане кампање и тарифне моделе.
- Утицај на околину и извештавање: коришћење података за квантификовање CO₂.
- Рил-тајм оперативна надзорна плоча: аларми за критичне станице, визуелизација ребаланс планова и мониторинг у реалном времену.
- Изазови у пракси (оперативна и техничка ограничења)
 - Квалитет података: ГПС шум, грешке сензора, недостајући записи; потребно робустно чишћење.
 - Хетерогеност података: спајање различитих формата и временских резолуција.
 - Трансферабилност модела: модели који добро раде у једном граду често не генерализују без прилагођавања (локалне навике, инфраструктура).

5. ЗАКЉУЧАК

Систем за дељење бицикала постао је једно од најпрактичнијих и најодрживијих решења за превоз у урбаним градовима. Он не само да олакшава свакодневно кретање кроз град, већ и доприноси смањењу саобраћајних гужви, загађења и трошкова превоза. Системи за дељење бицикала могу се разликовати по начину функционисања - од класичних, који користе станице са прикључним местом, до модерних система без прикључних места који раде преко мобилних апликација. Сваки од њих има своје предности, али заједничко им је да корисницима омогућавају једноставан, брз и приступачан начин превоза.

Посебан значај имају спецификације бицикала, станица, прикључних места, терминала и депоа, јер од њихове поузданости зависи колико ће систем бити

ефикасан. Поред тога, кључну улогу имају савремене информационе технологије - мобилне апликације, IoT, GPS, RFID и Big Data - које омогућавају праћење, контролу и стално унапређење система.

На основу свега може се закључити да систем за дељење бицикала представља спој практичности и технологије, са циљем да градове учини чистијим, повезанијим и пријатнијим за живот. Развој оваквих система показује колико иновације могу да допринесу одрживој мобилности и бољој организацији урбаног живота.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] City of Redmond (2016) Bike Share Feasibility Study
- [2] Institute for Transportation and Development Policy (2018) *The Bike-Share Planning Guide*. New York: ITDP.
- [3] National Association of City Transportation Officials. (2015). *Bike Share Station Siting Guide*. NACTO
- [4] Delhi Development Authority (2015) *Bicycle Share System for Dwarka Sub-City: Detailed Project Report*. New Delhi: Centre for Green Mobility

Кратка биографија:



Јована Митић, рођена је у Књажевцу, 2001. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области саобраћаја одбранила је 2025. год.

контакт: jovana.mitiic@gmail.com



Павле Питка, рођен је у Шашинцима 1983. год. Докторирао је на Факултету техничких наука 2016. год., а од 2022. је у звању ванредног професора. Област интересовања су системи јавног превоза.