

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ФАКУЛТЕТ ОРГАНИЗАЦИОНИХ НАУКА

Мирјана Стојановић

**5G сервиси мобилних оператора у ИТ  
екосистемима паметних стамбених заједница**

Докторска дисертација

Београд, 2024. године

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF ORGANIZATIONAL SCIENCES

Mirjana Stojanović

**Mobile operators' 5G services in the IT ecosystems  
of smart residential communities**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2024

Ментор:

**Проф. др Зорица Богдановић,**

редовни професор Факултета организационих наука у Београду

Чланови комисије:

**проф. др Божидар Раденковић,**

редовни професор Факултета организационих наука у Београду

**проф. др Маријана Деспотовић Зракић**

редовни професор Факултета организационих наука у Београду

**проф. др Саша Лазаревић**

редовни професор Факултета организационих наука у Београду

**проф. др Тијана Обрадовић**

ванредни професор Факултета организационих наука у Београду

**проф. др Младен Копривица**

ванредни професор Електротехничког факултета у Београду

Датум одбране:

---

## Изјаве захвалности

Захваљујем се професорима са Катедре за електронско пословање Факултета организационих наука на свим стручним сугестијама и помоћи током мојих докторских студија, а нарочито на саветима који су унапредили ову дисертацију.

Највећу захвалност дугујем својој менторки, проф. др Зорици Богдановић, за несебичну стручну, и још важније, за непроцењиву људску подршку у свим преломним тренуцима, као и за труд, веру и стрпљење које је уложила у рад са мном.

Посебно се захваљујем колегиници са докторских студија Јелени Михајловић-Милићевић на драгоцену размену мишљења и охрабрењима, као и дугогодишњу колегиници и другарици Сањи Ћулум на конструктивној критици, корисним стручним увидима и безрезервној подршци свих ових година.

Као и у свему осталом, тако је и током мојих докторских студија и рада на дисертацији, најважнија била подршка, љубав и разумевање мојих најближих, породице и пријатеља, на чему сам им неизмерно захвална.

Ову дисертацију посвећујем онима који су ме научили да волим да учим – мојим родитељима, Верици и Преши, као и онима на које бих волела да ту љубав пренесем – мојим братаницама, Лени и Ирени Стојановић.

## 5G сервиси мобилних оператора у ИТ екосистемима паметних стамбених заједница

**Апстракт:** Предмет ове докторске дисертације је развој нових сервиса заснованих на петој генерацији мобилних мрежа (5G) који могу да унапреде различите аспекте живота у савременим стамбеним заједницама и одговарајућих пословних модела који су у том случају применљиви на пословање мобилног оператора. Високе перформансе 5G мреже, заједно са интернетом интелигентних уређаја и другим напредним информационим технологијама, отварају бројне нове могућности за иновације у различитим доменима, укључујући паметни град. Истовремено, то је и прилика за мобилног оператора да искорачи из своје традиционалне улоге и осим комуникационе инфраструктуре, самостално или кроз различита партнерства, понуди нове услуге и оствари нове приходе. Централни проблем који је разматран у овој докторској дисертацији је испитивање могућности за развој иновативних и одрживих пословних модела, како за оператора, тако и за друге учеснике у новоформираним екосистемима паметних стамбених заједница. Циљ дисертације реализован је кроз развој пословних модела за учешће мобилног оператора у два предложена сценарија која се односе на одговорну потрошњу, а ослањају се на могућности 5G мреже. Кроз истраживање спроведено у експерименталном делу рада испитана је спремност грађана за прихватање нових сервиса које би оператор могао да понуди у екосистему паметне стамбене заједнице, као и фактори који би могли да утичу на њихову одлуку, а самим тим и на успех и одрживост одговарајућег пословног модела оператора. Као посебан аспект обрађен је утицај који би програм лојалности заснован на *blockchain* технологији могао да има на прихватање нових сервиса.

**Кључне речи:** паметна стамбена заједница, мобилни оператор, 5G, одрживи екосистем, одрживи пословни модел, програм лојалности

## Mobile operators' 5G services in the IT ecosystems of smart residential communities

**Abstract:** The subject of this thesis is the development of new services based on the fifth generation of mobile networks (5G) which are expected to improve various aspects of daily life in modern residential communities, and the development of the appropriate business models that are in such cases applicable to the mobile operator. Superior performances of the 5G network, together with Internet of Things and other advanced information technologies, create a number of new innovation possibilities in different domains, including the smart city. At the same time, this is an opportunity for the mobile operator to step out of its traditional role, to offer new services, in addition to the communication infrastructure, and to generate new revenue, either independently or through various partnerships. The central topic considered in this thesis is the evaluation of the opportunities for the development of innovative and sustainable business models, both for the operator and for other participants in the newly formed ecosystems of smart residential communities. The goal of the paper is realized through the development of business models for the contribution of the mobile operator in two proposed 5G-based scenarios related to responsible consumption. The survey conducted in the experimental part of the thesis evaluates the readiness of citizens to accept new services that the operator could offer in the ecosystem of a smart residential community, and the factors that could influence their decision, and thus the success and sustainability of the corresponding operator's business model. Particular analysis is dedicated to the impact that the blockchain based loyalty program could have on the acceptance of new services.

**Keywords:** smart residential community, mobile operator, 5G, sustainable ecosystem, sustainable business model, loyalty program

## Садржај

1	Увод.....	9
1.1	Дефинисање предмета истраживања.....	9
1.2	Циљеви истраживања .....	10
1.3	Полазне хипотезе.....	11
1.4	Методе истраживања .....	12
2	Паметни градови и заједнице у умреженом друштву.....	13
2.1	Појмови и дефиниције .....	13
2.2	Нова генерација паметних заједница усредсређених на човека .....	15
2.3	Анализа пословних модела паметних градова .....	17
2.3.1	Пословни модели.....	17
2.3.2	Пословни модели паметних градова .....	18
2.3.3	Дигитални пословни екосистеми – преглед литературе.....	22
3	Утицај нових технологија на трансформацију пословања мобилних оператора.....	25
3.1	Пета генерација мобилних мрежа као платформа за иновације .....	26
3.1.1	Унапређење перформанси и нови случајеви коришћења.....	27
3.1.2	5G спецификације и кључни технолошки концепти .....	29
3.2	Могућности које отвара примена интернета интелигентних уређаја .....	33
3.3	Могућности које отвара примена <i>blockchain</i> технологија.....	35
3.4	Могућности које отвара примена вештачке интелигенције.....	37
4	Пословни модели мобилних оператора .....	39
4.1	Нове пословне прилике за оператора које омогућава 5G.....	39
4.2	5G екосистеми .....	43
4.3	Еволуција пословних модела оператора омогућена еволуцијом мобилних мрежа .....	45
4.4	Иновације у домену монетизације и ценовне политике .....	46
4.5	Могућности за монетизацију у 5G мрежама.....	47
4.5.1	<i>Network slicing</i> - Модели наплате.....	48
4.5.2	Утицај на решења за обрачун и наплату .....	48
5	Учешће мобилних оператора и грађана у развоју нових паметних заједница .....	50
5.1	Оператор као носилац нових екосистема у паметним заједницама .....	50
5.2	Улога података у развоју паметних заједница .....	51
5.3	Предуслови за одрживе пословне моделе у новим екосистемима паметних заједница.....	52
5.4	Потребе становништва у урбаним срединама .....	54
5.5	Спремност грађана да прихвате нове технологије.....	55
5.6	Прихватање нових технологија – преглед литературе .....	55
5.7	Улога програма лојалности у спремности корисника да прихвате нове технологије .....	57
6	Развој пословног модела мобилног оператора базираног на 5G сервисима намењеним паметним стамбеним заједницама.....	59

6.1	Предлог 5G сервиса – Оптимална куповина намирница.....	59
6.1.1	<i>Smart living</i> екосистем и одговарајући пословни модел.....	59
6.1.2	Улога мобилног оператора.....	61
6.1.3	Остали учесници у екосистему и релације међу њима.....	62
6.2	Предлог 5G сервиса – Одговорна потрошња електричне енергије.....	63
6.2.1	<i>Smart living</i> екосистем и одговарајући пословни модел.....	64
6.2.2	Улога мобилног оператора.....	66
6.3	Креирање вредности.....	67
6.3.1	Вредност и подстицаји за грађане.....	67
6.3.2	Програм лојалности.....	67
6.3.3	Вредност и подстицаји за мобилног оператора.....	68
6.3.4	Вредност и подстицаји за остале учеснике и друштво у целини.....	68
6.4	Примена предложеног модела у пословању мобилног оператора.....	69
6.4.1	Технички и технолошки предуслови.....	69
6.4.2	Организациони предуслови и измене у пословним процесима.....	69
7	Анализа спремности грађана за усвајање нових услуга намењених паметној стамбеној заједници.....	70
7.1	Методолошки оквир истраживања.....	70
7.2	Учесници.....	73
7.3	Инструменти.....	74
7.4	Анализа резултата.....	75
7.4.1	Интересовање за 5G услуге у паметним стамбеним заједницама.....	75
7.4.2	Фактори који утичу на прихватање 5G услуга у паметним стамбеним заједницама.....	78
7.4.3	Улога програма лојалности на спремност корисника да прихвате нове сервисе.....	80
7.4.4	Главни закључци истраживања.....	82
8	Научни и стручни допринос.....	83
9	Будућа истраживања.....	86
10	Закључак.....	88
11	Литература.....	89
12	Биографија.....	105

# 1 Увод

## 1.1 Дефинисање предмета истраживања

Предмет истраживања докторске дисертације су сервиси и одговарајући пословни модели, засновани на петој генерацији мобилних мрежа (*5G*), који могу да унапреде различите аспекте живота у савременим стамбеним заједницама и на тај начин допринесу ономе што се у литератури на енглеском језику назива *smart living* [1], [2]. Централни проблем који се разматра у овој дисертацији је испитивање могућности за развој иновативних и одрживих пословних модела, који се, захваљујући петој генерацији мобилних технологија пружају за мобилног оператора и за друге учеснике у екосистему паметне стамбене заједнице (енг. *smart residential community*). Посебан фокус је на очекивањима крајњих корисника – будућих житеља паметних стамбених заједница, који су припадници генерације Z (енг. *Generation Z, iGeneration, Post-Millennials, Centennials*), на спремности ове демографске групе да прихвати нове сервисе мобилних оператора, као и да учествује у њиховом креирању.

Стални раст броја становника у урбаним срединама, старење популације, загађење или ефекти климатских промена само су неки од изазова са којима се суочавају градови широм света [3]. Једна врста одговора на то су покушаји да се различити аспекти градског живота трансформишу и побољшају, ослањајући се на иновације и достигнућа у информационим и комуникационим технологијама. Такав приступ препознат је као увођење „памети“ у живот савремених стамбених заједница, па одатле и термин „паметни град“ (енг. *smart city*) [4].

Прве имплементације паметних градова су се првенствено ослањале на технолошке могућности. Резултати су међутим показали да су напредне технологије неопходне, али не и довољне да би се град трансформисао у паметан. Технологија у овом случају треба да буде алат за постизање циљева, а не циљ сам по себи [1], [5].

На ширем плану, ово је препознато у концепту паметног, умреженог друштва. Тако стратешки програм Владе Јапана, визију будућег друштва, названу друштво 5.0 (енг. *Society 5.0*), у којој су напредне технологије саставни део како пословања, тако и друштвеног живота, дефинише пре свега као друштво у ком су потребе становништва на првом месту (енг. *human-centric*) [6], [7], [8]. Да би се те потребе грађана задовољиле и тако створила нова вредност за друштво, неопходно је да се удруже различити субјекти који деле исту визију и циљеве, који су спремни да сарађују, и да кроз ту сарадњу, свако на основу својих компаративних предности, остваре бенефите за све учеснике. Оно што је битно код овакве врсте партнерства је неопходност заједничког руковођења и подстицаја који за сваког од учесника треба да буду усклађени са заједничким циљем. Таква врста удруживања назива се екосистем усредређен на људе и њихове потребе (енг. *human-centric ecosystem*) [9].

Од првих имплементација паметних градова, телекомуникациони оператори су неизоставни учесници ових иницијатива. Водећи мобилни оператори широм света, у потрази за новим изворима прихода, препознали су паметни град као прилику за монетизацију различитих могућности које нуди мобилна мрежа [10], [11]. Ово нарочито постаје актуелно са развојем пете генерације мобилних мрежа. Са једне стране, *5G* од мобилних оператора захтева значајну инвестицију, као и озбиљну технолошку и организациону трансформацију, а са друге ствара прилику за различита партнерства, иновативне сервисе и пословне моделе, као и за искорак из традиционалне улоге актера који обезбеђује само комуникациону инфраструктуру [12], [13], [14], [15], [16], [17]. *5G* је мобилна мрежа која треба да обезбеди широкопојасни мобилни интернет, комуникацију у случајевима где се захтева изузетна поузданост и минимално кашњење, као и да омогући повезивање са мноштвом различитих паметних уређаја. Супериорне перформансе *5G* мреже, поред постојећих, отварају бројне нове могућности, нарочито у домену масивне и критичне комуникације интелигентних уређаја (енг. *massive Internet of Things, critical Internet of Things communication*) [2], [18]. Ово је посебно битно за развој паметних градова јер су повезани, интелигентни уређаји кључни за њихово функционисање. Додатно, оператори, као и други учесници нових екосистема, са тих уређаја могу да прикупе велике количине података и на основу њих

генеришу увиде који могу бити од кључне важности у одговору на тренутне и будуће изазове у урбаним срединама [19], [20]. Битно је поменути и чињеницу да је у петој генерацији мобилних мрежа на истој физичкој инфраструктури могуће дефинисати различите логичке мреже с краја на крај (енг. *end-to-end*). Овакав концепт сегментације мреже, за који се користи енглески термин *network slicing* [21], отвара могућност да 5G задовољи различите захтеве за повезивањем који постоје у паметном граду и обезбеди јединствену, вишенаменску и робусну информационо-комуникациону инфраструктуру [22], [23]. То је главна разлика од досадашњих решења у којима су се овакви захтеви разматрали за сваки случај коришћења понаособ.

Најважнија индустријска удружења у телекомуникацијама подржавају стратегију оператора да, осим повезивања, понуде и додатне услуге у паметном граду [10], [19]. Истовремено, идентификовали су главне разлоге за неуспех почетних имплементација као што је фрагментација паметних услуга, недостатак планирања, лоша дефиниција пословног модела и извора прихода, изоловани подаци (тзв. острва), недостатак дугорочних одрживих механизма итд. [11]. Због тога, телекомуникациона индустрија такође преусмерава фокус у овом домену, са технологије, на друге аспекте, кључне за паметни град. У већини скорашњих дефиниција, индустрија телекомуникација као главне карактеристике паметног града наводи висок ниво ангажовања заједнице и грађана, привлачност за предузећа, као и ефикасно и одрживо градско пословање [24].

У овој докторској дисертацији истражене су могућности за развој одрживог пословног модела за групу сервиса заснованих на функционалностима пете генерације мобилних мрежа и намењених резиденцијалном сегменту корисника у паметним градовима, односно паметним стамбеним заједницама. Закључак скорашњих научних радова из ове области је да нови пословни модели морају да обухвате различите аспекте заједничког стварања (енг. *co-creation*) који утичу на увећање економских, еколошких и социјалних потенцијала паметних градова [25], [26], [27]. Пословни модел који је развијен у овој дисертацији, у складу са тим, истражио је потенцијалне улоге и доприносе мобилног оператора у екосистему паметне стамбене заједнице, као и стратегије у погледу формирања неопходних партнерских односа са другим учесницима. Како је за одрживост пословног модела паметног града који на прво место ставља потребе становништва (енг. *citizen-centric smart city*) посебно битна сарадња са самим грађанима, као и њихово учешће у екосистему [26], [28], [29], тај аспект је посебно обрађен.

## 1.2 Циљеви истраживања

Циљ дисертације реализован је кроз развој и евалуацију пословних модела за учешће мобилног оператора у екосистему паметне стамбене заједнице. За разлику од већине скорашњих научних и стручних радова који се баве доприносом мобилног оператора и 5G инфраструктуре у домену обезбеђивања услова за паметну производњу (енг. *smart manufacturing*) или побољшања функционисања различитих јавних и комуналних служби у паметном граду (здравство, јавна безбедност, паркинг, јавно осветљење, одношење смећа)[30], [31], [32], предложени модел се фокусира на сервисе намењене појединачним корисницима у оквиру њихових станова/кућа. Основна идеја јесте да се искористе могућности које доноси 5G мрежа, али исто тако и друга решења која оператори уводе последњих година у своје пословање, а која се ослањају на напредне информационе технологије (*big data, ML, AI, blockchain*) и тиме унапреди и прошири понуда и превазиђу ограничења досадашњих *smart home/smart living* имплементација. Уз обезбеђење мобилног интернета неопходног за приступ информативним или забавним садржајима, учење или рад од куће, надзор стамбеног објекта и повезивање великог броја паметних кућних апарата или сензора, могуће је адресирати и друге потребе становника, као што је удаљена подршка за ситне поправке по кући, хитна испорука дроном или бригаа о слабо покретним суграђанима. Модел ће додатно узети у разматрање на који начин постојеће релације између оператора и крајњих корисника, као и постојећа инфраструктура за подршку пословању оператора (енг. *Business Support Systems*) могу да буду искоришћени у оваквом сценарију.

Најважнији циљеви које треба постићи применом развијеног модела су:

- Предлог нових сервиса које оператор може да понуди индивидуалним корисницима, односно домаћинствима у једној паметној стамбеној заједници, а који се заснива на '*network slicing*' концепту и супериорним перформансама 5G мобилне мреже;

- Предлог за креирање екосистема који ће створити нову вредност за сваког учесника, као и за заједницу у целини;
- Предлог за управљање подацима у оваквом екосистему.

Задаци истраживања, с обзиром на постављене циљеве су:

- Анализа постојећих пословних модела паметних градова и утврђивање могућности примене на нове паметне стамбене заједнице, којима су у фокусу људи, односно грађани (енг. *human-centric/citizen-centric smart residential community*);
- Идентификација потреба становништва и њихово мапирање на нове сервисе;
- Идентификација неопходних партнерских релација које оператор треба да успостави;
- Одређивање техничко – технолошких и организационих предуслова које оператор треба да испуни за реализацију такве сарадње;
- Евалуација спремности корисника да прихвате предложене сервисе и учествују у предложеном пословном моделу;
- Корекција предложеног модела у складу са добијеним резултатима.

### 1.3 Полазне хипотезе

Основна хипотеза у раду гласи:

Кроз дигиталну трансформацију којом унапређују технолошки, организациони и процесни аспект свог пословања, мобилни оператори могу да остваре значајну улогу у новој генерацији паметних стамбених заједница, допринесу побољшању квалитета живота у њима и истовремено развију нове пословне моделе који су применљиви на овакве екосистеме.

На основу дефинисаног предмета истраживања и основне хипотезе у раду, могу се издвојити неколико посебних хипотеза:

X1. Сервиси које омогућава пета генерација мобилних мрежа могу значајно да унапреде свакодневни живот у паметним стамбеним заједницама.

X2. Мобилни оператори могу житељима паметних стамбених заједница да понуде више од конективности и да за то развију одрживе пословне моделе кроз удруживање и сарадњу са различитим актерима у екосистему фокусираном на добробит људи (енг. *Human-centric ecosystems*).

X3. Ефикасно управљање подацима може да допринесе успешном развоју паметних градова и одрживости одговарајућих пословних модела.

Даљом разрадом наведених посебних хипотеза могуће је формулисати појединачне хипотезе:

X1.1. Нови сервиси могу да допринесу рационалној и одговорној потрошњи ресурса у паметној стамбеној заједници.

X1.2. Отпор који у једном делу популације постоји према новим информационим и мрежним технологијама могуће је превазићи ако се осигура њихова употреба за добробит становништва.

X2.1. Одрживост пословних модела паметних градова могуће је постићи уз допринос свих учесника екосистема у управљању животним циклусом нових сервиса (креирање, побољшање/прилагођење, гашење) и креирање бенефита за сваког од њих.

X2.2. Неопходно је да се у паметном граду обезбеди задовољење потреба различитих друштвених група (нпр. различитих старосних или образовних структура), као и канали за њихово учешће у стратегији развоја стамбене заједнице којој припадају.

X3.1. Прикупљање података из различитих извора, њихова анализа и проактивно дељење са другим учесницима у екосистему неопходни су за унапређење како пословног модела, тако и функционисања целе стамбене заједнице.

X3.2. Одговорно управљање личним подацима (безбедност података и заштита приватности грађана) могу да повећају спремност за прихватање нових сервиса чиме директно утичу на успех нових пословних модела.

## 1.4 Методе истраживања

Током израде ове дисертације, од општих научних метода коришћене су методе прикупљања и анализе постојећих научних и стручних резултата и достигнућа, моделирање, аналитичко-дедуктивна и статистичка метода. Методама анализе дефинисане су и анализиране теоријске основе концепта паметних градова, технолошке могућности које 5G мрежа пружа за развој нових сервиса намењених резиденцијалном сегменту корисника као и оквири за развој иновативних пословних модела. Метода моделирања коришћена је приликом развоја пословног модела за мобилног оператора у екосистему паметног града. Развијени модел евалуиран је кроз истраживање спроведено у експерименталном делу рада. Аналитичко-дедуктивне методе употребљене су за анализу података о досадашњим имплементацијама, о потребама становништва у урбаним срединама, као и у процесу развоја и евалуације предложеног модела.

У експерименталном делу рада, кроз истраживање међу популацијом у Србији, евалуирана је најпре њихова намера да користе нове и иновативне сервисе, а онда и спремност да прихвате предложени модел. Од посебног интереса је демографска група рођена у периоду од средине деведесетих година двадесетог па до краја прве деценије овог века (енг. *post-Millennials*, *Generation Z*) због тога што представља будуће становнике паметних градова, а и због чињенице да технологија, нарочито она која се ослања на мобилне комуникације, већ представља саставни део њихових живота.

Резултати истраживања представљени су текстуално, описивањем и графички кроз више слика, дијаграма и табела са упоредним резултатима.

Спроведено истраживање је интердисциплинарно, јер укључује научне дисциплине: информатику, рачунарство, електронско пословање, телекомуникације, менаџмент, социологију, економију, и друге.

## 2 Паметни градови и заједнице у умреженом друштву

### 2.1 Појмови и дефиниције

Различити субјекти, институције или научници развили су сопствене дефиниције паметног града или су увели алтернативни термин за овај концепт. Тако се у различитим публикацијама и у различитим регионима, поред термина паметни град, помињу и градови који су дигитални, интелигентни, еколошки, одрживи, иновативни (енг. *digital cities, intelligent cities, eco-cities, sustainable cities, innovative cities*) [4]. Оно што им је заједничко је да се у решавању различитих проблема или побољшању и трансформацији различитих аспеката свог функционисања, урбане заједнице ослањају на савремене информационо комуникационе технологије [4]. Другим речима, заједничко им је то што примену напредних технологија виде као одговор на изазове са којима се савремена насеља суочавају, а који су последица драстичне урбанизације, старења становништва, пропадања извора енергије, загађења животне средине итд. [33]. У већини недавних дефиниција, паметни град додатно карактерише и висок ниво ангажовања заједнице и грађана, привлачност за предузећа и ефикасно и одрживо градско пословање [19].

У опсежној библиометријској анализи постојеће литературе коју су урадили *Winkowska et al.* [1], идентификована су четири кластера који чине главне истраживачке подобласти у контексту концепта паметног града [1]:

- Социо-економски аспекти (паметно управљање, паметни људи, паметан живот, паметна економија);
- Еколошки аспекти (паметно окружење);
- Урбана логистика (паметна мобилност);
- Паметна технологија.

Значајан део академског рада до сада био је усредсређен само на технолошки аспект, што је довело до многих проблема у примени концепта паметног града. Зато новији радови изводе закључак да би стварне потребе становника требало да буду први приоритет, а сви наведени аспекти узети у обзир за успешно планирање и спровођење трансформације која један град чини паметним [1].

У новијим радовима уводи се и појам такозваног паметног града 2.0 (енг. *smart city 2.0*). Док је за паметне градове прве генерације био карактеристичан централизован, техно-економски приступ, а фокус био на примени паметних технологија за корпоративне и економске интересе, у паметном граду 2.0 долази до промене парадигме [5]. Од нове генерације паметних градова очекује се децентрализован приступ усредсређен на људе, где се информационо-комуникационе технологије, као и значајно повећана употреба података, користе као алати за решавање друштвених проблема, решавање потреба грађана и подстицање учешћа у сарадњи [5].

У другом детаљном прегледу литературе посвећене паметним градовима и објављене у периоду од 1997. до 2020. године, који су направили *Echebarria et al.* [34] идентификоване су и анализирани три главне перспективе у досадашњим радовима: технолошка, односно техноцентрична перспектива, хуманистичка перспектива и перспектива сарадње. Исти аутори предлажу и нову, свеобухватну или холистичку перспективу, уз закључак да новије дефиниције паметних градова иду у у добром смеру, тако што приближавају технологију људима и истовремено посматрају паметни град као нови, вишедимензионални систем са више кључних актера и више нивоа управљања [34].

Важност различитих перспектива у развоју паметних градова, препозната је и у обимном истраживању спроведеном од друге половине 2019. до новембра 2021. године [35]. Прикупљени су и анализирани подаци о иновативним иницијативама и пројектима у тридесет једном граду широм света, укључујући: 1489 апликација и *web* сервиса намењених житељима паметног града, 514 инфраструктурних услуга, 1088 различитих пројеката и 206 такозваних живих лабораторија (енг. *living labs*). Резултати објављени 2022. године [35] представили су степен развоја ових градова кроз осам кључних димензија [35]:

- Иновација услуга (енг. *Service Innovation*) је аспект који се евалуира кроз број услуга које нуди паметни град, разноврсност домена на које се ове услуге односе, као и интероперабилност ових услуга [35];
- Урбана интелигенција (енг. *Urban Intelligence*) се у овом извештају поматра као мерило примене напредних информационих технологија (интернет интелигентних уређаја, *Big Data*, вештачка интелигенција, блокчејн, проширена и виртуална реалност - енг. *AR/VR*, метаверзум, *digital twin* ...) у развоју паметног града [35];
- Урбана одрживост (енг. *Urban Sustainability*) процењује утицај развоја паметних градова на животну средину, општу добробит друштва, као и ефикасност у управљању одговарајућим пројектима и инвестицијама (енг. *Environment, Society & Governance*) [35];
- Урбана отвореност (енг. *Urban Openness*) изражава се кроз два додатна параметра:
  - Отвореност урбаних података (енг. *Urban Data Openness*);
  - Учешће грађана (енг. *Civic Participation*) [35].
- Инфраструктурна интеграција (енг. *Infrastructure Integration*), посматра меру интегрисаности различитих информационо комуникационих технологија које су примењене у паметном граду, у јединствену градску платформу која треба да обезбеди даље иновације [35];
- Урбана иновативност (енг. *Urban Innovativeness*), оцењује динамичке способности градова за подстицање урбаних иновација. Ово укључује могућности за различите пилот пројекте, тестне имплементације и такозване живе лабораторије, (енг. *living labs*), у којима се, уз учешће грађана, те иновације најпре тестирају на мањим групама и заједницама [35];
- Партнерства за сарадњу (*Collaborative Partnership*) дефинишу везе у којима учесници међусобно сарађују, кроз нове или постојеће екосистеме, на ефикасном развоју инфраструктуре и услуга у паметном граду [35];
- Управљање паметним градом (енг. *Smart City Governance*) представља аспект који се евалуира кроз процену стратегије, руковођења и организације паметног града [35].

У овој дисертацији анализирају се могућности за примену нових технологија у заједници која је мања од паметног града, а може се посматрати као засебна целина. Стамбена заједница (енг. *residential community*) може се дефинисати као мали град, група зграда или чак само једна зграда, које се претежно користе за становање, тј. имају становнике. Осим зграда и кућа, стамбена заједница укључује јавне просторе и заједничке садржаје. Развој интернета интелигентних уређаја и паметних окружења довео је до развоја паметних стамбених заједница (енг. *smart residential community*) – ентитета који усвајају паметну инфраструктуру за управљање домовима, потрошњом енергије, безбедношћу и другим ресурсима, са циљем постизања економске, социјалне и еколошке одрживости [36].

Решења за паметне куће и паметне стамбене зграде треба да садрже скуп интегрисаних услуга и апликација за управљање различитим услугама, како оним које су намењене појединачним корисницима или домаћинствима, тако и услугама заједничким за све станаре [37].

Овај рад се ослања на дефиниције и терминологију коју предлаже Фокус група за паметне одрживе градове Међународне уније за телекомуникације (*ITU-T*) [38], по којој је паметни одрживи град (енг. *smart sustainable city*) „иновативан град који користи информационе и комуникационе технологије (ИКТ) и друга средства за побољшање квалитета живота, ефикасности урбаног рада и услуга, и конкурентности, истовремено осигуравајући да испуњава потребе садашњих и будућих генерација у погледу економских, социјалних, еколошких, као и културних аспеката“. Уз ову дефиницију иде и напомена да се конкурентност једног града у овом контексту односи на „политике, институције, стратегије и процесе којима је одређена одржива продуктивност града“ [38].

Друга дефиниција битна за овај рад односи се на паметну инфраструктуру у једној заједници (енг. *smart community infrastructure*). То је инфраструктура са напредним технолошким перформансама, чије се пројектовање, управљање, коришћење и одржавање ради тако да допринесе одрживом развоју и отпорности заједнице. Уз ову дефиницију Фокус група напомиње да одрживи развој заједнице често захтева да таква инфраструктура задовољи више различитих, а некад и контрадикторних потреба у исто време. Додатна напомена каже да информационе и комуникационе технологије омогућавају паметну инфраструктуру у заједници, али нису једини предуслов да би се она остварила [38].

## 2.2 Нова генерација паметних заједница усредсређених на човека

У досадашњем развоју друштва, приоритет је углавном био стављан на развој социјалних, економских и организационих система. Овакав приступ имао је различите недостатке из перспективе одређеног појединца, било због њених односно његових индивидуалних способности, година, образовања, економског статуса или неких других разлога. Нови приступ усмерен је на човека и има за циљ да уз помоћ напредне технологије и иновација свако може да ужива у високом квалитету живота [6]. За ту нову генерацију друштвених заједница које у фокусу имају људе и њихове потребе, у литератури се најчешће користе енглески термини *human-centric* или *human-centred*.

Настанак оваквог концепта одрживог друштва које је усредсређено на човека (енг. *human-centric society*) и омогућено најновијим дигиталним технологијама везује се за план Владе Јапана о друштву 5.0 (енг. *Society 5.0*) [6], [39]. Претходне етапе у развоју друштва су по својим најзначајнијим карактеристикама груписане као:

- Друштво 1.0 – племенски живот и лов, зависност од природе;
- Друштво 2.0 – развој пољопривреде;
- Друштво 3.0 – индустријализација;
- Друштво 4.0 - развој информационих технологија.

Иако је информатичко друштво (друштво 4.0) донело развој технологија и обезбедило велике количине података, остала су различита ограничења у ономе што људи могу да ураде са тим. Ова ограничења су последица различитих фактора као што је различити степен њиховог образовања, године, могућности или способности да приступе правим информацијама и употребе их адекватно, али и различити друштвено-економски изазови са којима се суочава шира заједница. Највећи проблеми са којима се друштво данас суочава су старење и смањење радно способне популације, повећана глобална конкуренција, неравномерно распоређено богатство, природне катастрофе, тероризам, еколошка питања и смањење природних ресурса [40].

Друштво 5.0, као паметно друштво којем се тежи, у овом плану се дефинише као „друштво усредсређено на човека које балансира економски напредак са решавањем друштвених проблема путем система који високо интегрише сајбер простор и физички простор“ [6].

Уз помоћ вештачке интелигенције и процесирања великих количина података, као и роботизације, друштво 5.0 има за циљ да ослободи људе свакодневног напорног посла и задатака у којима нису нарочито добри, а истовремено омогући креирање само оних производа и услуга који су заиста потребни људима, и то у време када су потребни, чиме се оптимизује целокупан друштвени и организациони систем [7], [8], [39], [41]. Фокус се, на тај начин, помера са технологије на људе, тако да су људи центар свега, а информационо-комуникационе технологије им обезбеђују добробит.

Од друштва 5.0 се очекује да буде креативно друштво где се дигитална трансформација комбинује са маштом и креативношћу различитих људи како би се омогућио одрживи развој и својеврсна симбиоза људи са природом и технологијом [6].



Слика 1: Друштво 5.0 (адаптирано из [40] )

У прегледу литературе која се бави изазовима и приликама у транзицији ка друштву 5.0 [40], аутори као три основна концепта у изградњи оваквих заједница истичу активности усредсређене на човека и његове потребе, одрживи развој и повезивање дигиталног света са физичким. Поред тога, истичу неопходност сарадње између различитих заинтересованих страна за постизање заједничких циљева, односно заједничко стварање вредности (енг. *co-creation*) [40].

Слични концепти применљиви су и на мање друштвене заједнице. У претходном поглављу је већ поменуто да се нове генерације паметних градова, (енг. *smart city 2.0*), усредсређују на људе и њихове потребе [5]. Пројекат *MyNeighbourhood* [42] један је од првих примера европског пројекта који је тестирао концепт хуманог паметног града, најпре на мањим заједницама, односно на деловима града. Циљ је да се развије паметно, свеобухватно и одрживо окружење, вођено грађанима и њиховим потребама, са новим оквиром управљања у којем грађани и Влада сарађују на опште добро. Визија Европске уније [43] је јачање иновационих капацитета који треба да помогну градовима у њиховој транзицији ка климатски неутралној, паметној, инклузивној, просперитетној и одрживој будућности, где се од тих иновативних градова очекује да буду оријентисани на грађане. Додатно, наглашава се потреба да грађани буду правовремено укључени у концептуализацију, дизајн, развој и примену било које иновације која може имати утицаја на квалитет њиховог живота и могућности које им се пружају. Такво укључивање треба да обезбеди једнаке могућности за све грађане и превазилажење социјалних, културних, економских и других разлика [43].

У претходном поглављу је већ поменуто да се у глобалном извештају публикованом 2022. године [35] ниво учешћа грађана (енг. *Civic Participation*), посматра као један од главних показатеља степена развоја паметних градова. Ова анализа, поред заступљености грађана у процесу развоја нових, паметних услуга, узима у обзир и улоге које они у том процесу имају, од иницијалног ангажовања у креирању, до тестирања нових сервиса и коначне потврде њихове употребљивости и сврсисходности [35].

У раду који је проистекао из истраживања спроведеног у оквиру пројекта „*Real Cities/Bergamo 2035*“ [44], аутори предлажу нови оквир са циљем да подржи системски развој урбаних заједница и искористи креативну употребу технологије за иновације усмерене на човека. Како би се превазишли проблеми из ранијих имплементација, где је фокус био на технологији, а креативни и неформални аспекти људске димензије нису разматрани, аутори предлажу да се нови оквир темељи на следећа три концепта [44]:

- Визији, односно идеји о будућем унапређењу која произилази из специфичних потреба или локалних прилика;

- Прихватању технологије која град може да учини *паметнијим*, односно допринесе том унапређењу;
- Урбаној коеволуцији, која подстиче конструктивну интеракцију између актера (грађана, истраживача и других заинтересованих страна) у процесу увођења иновација, укључујући и експериментисање, развој и тестирање различитих идеја, услуга и технологије у својеврсним живим лабораторијама [44].

## 2.3 Анализа пословних модела паметних градова

### 2.3.1 Пословни модели

Концепт пословног модела (енг. *business model*) први пут спомиње *Bellman* у академском чланку из 1957. године. [45]. У фокус академских и стучних радова, овај концепт долази крајем прошлог и почетком овог века, заједно са развојем интернета и његовим утицајем на пословање различитих предузећа.

Дефиниције пословног модела у литератури се разликују. Тако *Richardson* [46] пословни модел види као концептуални оквир који помаже да се повеже стратегија фирме, односно теоретске смернице како да се та фирма надмеће на тржишту, са извршењем те стратегије и конкретним акцијама тог предузећа. Истовремено тај оквир помаже да се боље сагледају и други стратешки аспекти пословања [46]. Исти аутор као три главне компоненте тог оквира види предлог вредности, систем за креирање и испоруку вредности и надокнаду вредности [46].

Други академски радови пословни модел дефинишу као алат који помаже да се артикулише логика и подаци који подржавају понуду вредности за купца, као и одржива структура прихода и трошкова за предузеће које испоручује ту вредност [47], или алат који одсликава како предузеће на основу предлога вредности, кључних компетенција, ланца вредности и односа са партнерима и купцима генерише добит [48].

Једна од најчешће навођених дефиниција је она коју су дали *Osterwalder et al.* [49], по којој пословни модел описује начин на који организација ствара, испоручује и присваја вредност. Исти аутори [49] предложили су и алат за развој пословних модела, *Business Model Canvas (BMC)*, којим се графички може представити логика фирме као и њеног начина да организује операције за стварање, испоруку и присвајање вредности. Овај алат укључује девет основних блокова и то су [49]:

- Кључни партнери (енг. *Key Partners*);
- Предлог вредности (енг. *Value Proposition*);
- Канали примене (енг. *Channels*);
- Везе са купцима (корисницима) (енг. *Customer Relationships*);
- Сегменти купаца (корисника) (енг. *Customer Segments*);
- Кључни ресурси (енг. *Key Resources*);
- Кључне активности (енг. *Key Activities*);
- Структура трошкова (енг. *Cost Structure*);
- Приходи (енг. *Revenue Streams*) [49].

*BMC* алат је постао популаран због своје свестраности и применљивости у различитим ситуацијама (дизајнирање нове понуде, континуирана процена одрживости пословања и слично). Предложене су и различите модификације овог алата [50], како би се на одговарајући начин одсликало увођење различитих иновација омогућених развојем технологије.

Последњих година фокус се помера на концепте одрживог пословног модела (енг. *Sustainable Business Model*) [51], [52], односно циркуларног пословног модела (енг. *Circular Business Model*) [53], [54], [55].



Слика 2: Еволуција пословних модела (адаптирано из [55])

У детаљној библиографској анализи *Geissdoerfer et al* [56] закључују да је већини постојећих дефиниција у литератури заједничко да одрживе пословне моделе виде као модификацију концепта конвенционалног пословног модела, са одређеним карактеристикама и циљевима који су му додати; и, или 1) укључују концепте, принципе или циљеве који имају за циљ одрживост; или 2) интегрису одрживост у своје понуде вредности, активности стварања и испоруке вредности, и/или механизме присвајања вредности. Исти аутори [56] предлажу дефиницију по којој су одрживи они пословни модели који укључују проактивно управљање више заинтересованих страна, стварање монетарне и немонетарне вредности за широк спектар заинтересованих страна и имају дугорочну перспективу.

Како циркуларна економија, као концепт који чува животну средину и смањује потрошњу природних ресурса, генерисање отпада и расипање енергије, све више добија на значају, тако се основни принципи овог концепта преносе и на нове, такозване циркуларне пословне моделе [53], [57]. Од ових модела се очекује да подрже пословање у ком се минимизира исцрпљивање ресурса, отпад и емисија штетних гасова, као и ствара позитиван утицај на друштво и животну средину [57], [58].

### 2.3.2 Пословни модели паметних градова

Горе наведене дефиниције, као и поменути алати за развој пословних модела разматрају пословање угла једне компаније, односно предузећа. Са разматрањем могућности за увођење различитих паметних услуга, као и развој паметних градова и других паметних окружења, новији академски радови увидели су потребу да се концепт пословних модела прилагоди паметним градовима.

У студији из 2020. године [59], на основу анализе досадашње литературе, аутори су издвојили следеће разлоге за увођење и коришћење пословних модела у развоју паметних градова:

- Потреба да нове, паметне услуге буду економски исплативе и одрживе на дуге стазе;
- Потреба да се у комплексној „мрежи за стварање нових вредности“ идентификују све заинтересоване стране, њихове улоге и одговорност, као и интеракције;
- Потреба да се еколошки циљеви укључе у стратегију паметног града;
- Потреба за иновацијама [59].

Исти аутори [59] наглашавају да је неопходно да се осигура да услуге у паметном граду заиста доносе нову вредност за грађане, то јест да јавни интерес буде испред интереса или профита појединачних

компанија или организација и дефинишу пословни модел паметног града као „начин на који градска управа организује своје услуге како би створила и испоручила вредност за своје грађане на начин који је економски исплатив, социјално инклузиван и еколошки одржив“ [59].

За развој оваквих модела *Timeus et.al* [59] предлажу модификацију познатог алата: *Business Model Canvas* (BMC) тако што неке од његових елемената замењују елементима који су релевантни у контексту јавних услуга. Нови оквир под именом *City Model Canvas* (CMC) [59] има четрнаест основних блокова подељених у четири дела:

Први део садржи блок који се односи на мисију (енг. *Mission statement*), и блок који дефинише општи циљ који град жели да постигне путем своје паметне услуге. То је и централни елемент овог модела и он представља предлог вредности (енг. *Value Proposition*) [59].

Други део пословног модела укључује елементе који су повезани са испоруком те вредности. Ту спадају блокови који се односе на директне кориснике нових паметних услуга (енг. *Beneficiaries*), оне чија подршка мора да буде добијена за успешну имплементацију (енг. *Buy-in & support*), као и блок који се односи на имплементацију, односно на план како ће нове услуге бити испоручене или како ће им се приступати (енг. *Deployment*) [59].

Трећи део модела укључује све елементе који су повезани са стварањем предложене вредности. Уз кључна партнерства (енг. *Key Partnerships*) и кључне активности (енг. *Key Activities*), ту су и кључни ресурси и кључна инфраструктура, што поред финансијских и физичких ресурса обухвата и регулаторни оквир или друге стратешке ресурсе потребне за имплементацију паметних услуга (енг. *Key infrastructure & resources & Key regulatory framework*) [59].

Коначно, четврти део обухвата процену трошкова и користи од предложене паметне услуге. Предности и мане, односно позитивне и негативне импликације предложених паметних услуга анализирају се у ових шест елемената са економског, еколошког и друштвеног аспекта. То су блокови који анализирају структуру буџетских трошкова и приходе (енг. *Budget cost structure, Revenue streams*), трошкове и користи који се односе на заштиту животне средине (енг. *Environmental Costs, Environmental Benefits*) и потенцијалне ризике и користи за друштво или одређене друштвене групе (енг. *Social Risks, Social Benefits*) [59].

Слика 3 у наставку приказује оквир *City Model Canvas*, заједно са основним питањима за сваки од блокова.

City Model Canvas				
1. Мисија - Mission Statement Шта је ултимативни циљ који град жели да постигне?				
6. Кључна партнерства - Key Partnerships  Ко може да помогне да град испоручи предложену вредност корисницима? Ко има приступ кључним ресурсима које град не поседује, а потребни су за реализацију?	7. Кључне активности - Key Activities  Шта град мора да уради да би креирао и испоручио предложену вредност?  8. Кључна инфраструктура, ресурси и регулаторни оквир - Key Infrastructure, resources and regulatory framework  Које кључне ресурсе за реализацију услуга има град? Каква инфраструктура је потребна? Какав регулаторни оквир је потребан?	2. Предлог вредности - Value Proposition  Које су то специфичне користи које се очекују? Које конкретне проблеме ће предложене услуге решити или ублажити?	4. Прихватање и подршка - Buy-in & support  Чије прихватање и подршка су неопходни за реализацију услуга? (правна, регулаторна, итд.)  5. Deployment - Имплементација  На који конкретан начин ће град решити проблеме из предлога вредности?	3. Корисници - Beneficiaries  Ко ће имати директну корист од предложених услуга?
9. Структура буџетских трошкова - Budget Cost Structure  Које трошкове изискује креирање и испорука предложених услуга?		10. Приходи - Revenue Streams  Које нове изворе прихода за град ће обезбедити предложене услуге? Који су други извори прихода за град?		
11. Трошкови заштите животне средине - Environmental Costs  Који су негативни утицаји на животну средину које предложене услуге могу да изазову?		12. Користи за животну средину - Environmental Benefits  Које су добробити за животну средину које предложене услуге могу да донесу?		
13. Ризици за друштво - Social Risks  Шта су могући друштвени ризици које имплементација предложених услуга може да донесе? Које друштвене групе су најрањивије у том случају?		14. Користи за друштво - Social Benefits  Шта су могући бенефити за друштво које имплементација предложених услуга може да донесе? Ко ће имати користи од тога?		

Слика 3: Приказ оквира за развој пословног модела града – City Model Canvas (адаптирано из [59])

Ова дисертација користи студију из 2019. године [25] која такође предлаже обогачену верзију добро познатог оквира: *Business Model Canvas* (BMC). Предложени нови оквир назива се *Smart City Business Model Canvas* (SC-BMC) [25]. Док је оригинални *Business Model Canvas* намењен да подржи појединачну организацију да развије свој пословни модел, а претходно поменути *City Model Canvas* првенствено да подржи градску управу, овај нови оквир разматра холистички пословни модел за мрежу актера у паметним окружењима. Пример актера у једном таквом окружењу су: град или стамбена заједница, крајњи корисник, главни партнер (енг. *key partner*) и подржавајући партнер (енг. *supporting partner*). Ова мрежа актера треба да створи и испоручи вредност заједничким напорима, а оквир SC-BMC треба да подржи све учеснике у оваквом екосистему у процесу развоја пословног модела, узимајући у обзир њихове међусобне односе и интеракције [25]. Предложени оквир води рачуна о социјалним и еколошким димензијама примењених решења, али истовремено и интегрише концепте заједничког стварања (енг. *co-creation*) и стварања вредности за мрежу учесника .

Додатно, модел SC-BMC [25] уважава чињеницу да подаци постају све важнији у реализацији и унапређењу паметних градова. Подаци са многобројних сензора и паметних уређаја који се генеришу у реалном времену, као и подаци о томе како крајњи корисници ступају у интеракцију са инфраструктуром и повезаним уређајима, омогућавају креирање нових пословних прилика као и сталне иновације са циљем побољшања услова живота у граду или стамбеној заједници [60]. Оно што је важно у оваквим случајевима је експлицитно навести ко ће и како искористити доступне податке, као и на који начин ће се прикупљати нови подаци .

Основни блокови у новом оквиру су следећи [25]:

- Кључни актери (енг. *Key Actors*);
- Предлог вредности (енг. *Value Proposition*);
- Корисници мреже (енг. *Network Beneficiaries*);
- Подаци (енг. *Data*);
- Канали примене (енг. *Deployment Channels*);
- Везе између актера (енг. *Actor Relationships*);
- Кључни ресурси и инфраструктура (енг. *Key Resources and Infrastructure*);

- Кључне активности (енг. *Key Activities*);
- Понуде кључних актера (енг. *Key Actors Offerings*);
- Операције заједничког стварања (енг. *Key Actors Co-creation Operations*);
- Буџетски трошкови (енг. *Budget Cost*);
- Приходи (енг. *Revenue Streams*);
- Утицаји на животну средину (енг. *Environmental Impacts*) и
- Утицаји на друштво (енг. *Social Impacts*) [25] .

Слика 4 у наставку приказује SC-BMC оквир заједно са главним питањима на која треба одговорити у сваком од блокова. Додатно, на овом дијаграму је наглашено и од којих учесника се очекује да дају своје одговоре, односно своју перспективу за сваки од блокова.

Smart City - Business Model Canvas				
Кључни учесници - Key Actors	Кључне активности - Key Activities	Предлог вредности - Value Proposition	Везе између актера - Actor Relationships	Корисници мреже - Network Beneficiaries
<p>Ко су кључни учесници у мрежи паметног града?</p> <p><i>Перспектива града и провајдера решења</i></p> <p>Град, крајњи корисник, кључни партнер, подржавајући партнер</p> <p>Ко су кључни добављачи?</p> <p><i>Перспектива провајдера решења</i></p>	<p>Које су кључне активности потребне за реализацију предлога вредности?</p> <p><i>Перспектива свих учесника који учествују у имплементацији решења</i></p>	<p>Коју вредност сваки од учесника може да донесе?</p> <p>Који од проблема или потреба становника паметног града је адресиран овим решењем?</p> <p>Који пакети производа и услуга ће бити понуђени корисницима?</p> <p>Шта ће бити кључни показатељи перформанси или индикатори успешности нове услуге?</p> <p><i>Перспектива свих учесника који учествују у креирању вредности</i></p>	<p>Коју врсту веза сваки од актера треба да има са другим учесницима?</p> <p>Које од тих веза већ постоје?</p> <p>Како се те везе уклапају са остатком пословног модела?</p> <p>Колики су трошкови успостављања и одржавања ових веза?</p> <p><i>Перспектива свих учесника који учествују у имплементацији решења</i></p>	<p>Ко су циљни корисници за које се креира вредност?</p> <p>Какве ће бенефите они извући из креиране вредности?</p> <p>Која је специфична вредност коју добија сваки од корисника мреже? (заједница, компаније које учествују, непрофитне организације...)</p> <p><i>Перспектива провајдера решења у сарадњи са свим учесницима који учествују у имплементацији решења</i></p>
<p>Понуде кључних актера - Key Actors Offerings</p> <p>Шта сваки од учесника треба да понуди?</p> <p><i>Перспектива свих кључних актера у сарадњи са градом</i></p> <p>Операције заједничког стварања - Key Actors Co-creation Operations</p> <p>Које су кључне активности које неки од актера треба да обаве заједно?</p> <p><i>Перспектива свих кључних актера у сарадњи са градом</i></p>	<p>Кључни ресурси и инфраструктура - Key Resources and Infrastructure</p> <p>Који су то кључни ресурси неопходни да би се реализовао предлог вредности?</p> <p><i>Перспектива провајдера решења у сарадњи са градом</i></p>	<p>Подаци - Data</p> <p>Који подаци могу да се прикупе кроз реализацију ове услуге?</p> <p>Коме и под којим условима ови подаци могу да постану доступни?</p> <p>Да ли су неки од тих података отворени подаци (Open data)?</p> <p><i>Перспектива провајдера решења у сарадњи са градом и осталим учесницима</i></p>	<p>Канали примене - Deployment Channels</p> <p>Којим каналима ће се долазити до корисника?</p> <p>Који канали се тренутно користе?</p> <p>Да ли су интегрисани са остатком решења?</p> <p>Који канали су најефикаснији по питању трошкова?</p> <p>Који се најбоље уклапају у навике и преференце крајњих корисника?</p> <p><i>Перспектива провајдера решења у сарадњи са градом и осталим учесницима</i></p>	
<p>Буџетски трошкови - Budget Cost</p> <p>Шта су најзначајнији трошкови за сваког од учесника?</p> <p>Који од кључних ресурса су најскупљи?</p> <p>Које од кључних активности су најскупље?</p> <p>Које трошкове ће покрити који учесник?</p> <p>Који су могући механизми за финансирање (јавни фондови, приватно финансирање...)?</p> <p><i>Перспектива провајдера решења у сарадњи са градом</i></p>		<p>Приходи - Revenue Streams</p> <p>За које нове вредности су корисници мреже спремни да плате?</p> <p>Шта тренутно плаћају?</p> <p>Колико би били спремни додатно да плате?</p> <p>Који све извори и у којој мери учествују у укупном приходу?</p> <p>Који учесници ће имати приходе?</p> <p>Да ли се очекују бенефити који нису новчани?</p> <p><i>Перспектива провајдера решења у сарадњи са градом</i></p>		
<p>Утицаји на животну средину - Environmental Impacts</p> <p>Шта је цена, а шта су очекивани бенефити предложеног решења са еколошког становишта?</p> <p><i>Перспектива провајдера решења у сарадњи са градом</i></p>		<p>Утицаји на друштво - Social Impacts</p> <p>Шта су позитивне, а шта негативне друштвене вредности које доноси ово предложено решење?</p> <p><i>Перспектива провајдера решења у сарадњи са градом</i></p>		

Слика 4: Оквир за развој пословног модела за мрежу учесника у паметном граду SC-BMC (адаптирано из [25])

### 2.3.3 Дигитални пословни екосистеми – преглед литературе

Поред пословних модела, као један од кључних појмова у овом раду користи се дигитални ИТ екосистем. Због тога је ово поглавље посвећено кратком прегледу литературе која се бави овом темом и одговарајућим дефиницијама, као и до сада примењиваном методологијом. Појам пословног екосистема (енг. *business ecosystem*), користећи аналогију са екосистемима у природи, крајем двадесетог века увео је *Moore* [61]. Он је пословни екосистем видео као економску заједницу компанија и појединаца који у њој сарађују изван својих традиционалних подручја деловања и у којој заједнички развијају способности у вези са неком иновацијом. Раде истовремено кооперативно и конкурентно како би подржали нове производе, задовољили потребе купаца и на крају омогућили следећу рунду иновација [61], [62]. У свом даљем раду *Moore* је додатно разрадио концепт пословног екосистема, описао главне актере и фазе у животном циклусу оваквих заједница и предложио први оквир за анализу пословног екосистема [62]. У тој анализи он посматра седам различитих аспеката: људе, место, производ, процесе, структуру, акционаре и друштвено окружење. По енглеским терминима за ових седам димензија (*people, place, product, process, structure, shareowner, society*) овај оквир је у литератури познат и као *4P3S* оквир [62]. Бројни научни и стручни радови су наредних деценија обрађивали ову тему и уводили нове аспекте у анализу, често са референцама на конкретне примере из пословне праксе, који су такође у међувремену еволуирали [63].

Тако *Gartner* [64] издваја осам димензија пословног екосистема. То су [64]:

- Стратегија;
- Степен отворености;
- Ангажовање различитих учесника;
- Типови релација, односно веза између учесника;
- Форма размене вредности. Вредност не мора увек да буде новчана, може да буде на пример информација, услуга, репутација итд.;
- Разноликост привредних грана (да ли у екосистему учествују организације из исте или различитих индустрија);
- Комплексност вишеструких екосистема (ако је организација део различитих екосистема, какве су њихове међусобне интеракције, као и импликације на организацију) и
- Технологија која омогућава имплементацију стратегије одговарајућег екосистема [64].

Развој дигиталних технологија и иновације које је тај развој обезбедио, довели су и до суштинских промена у начину на који организације сарађују и такмиче се на тржишту. Те нове заједнице за стварање вредности у којима дигитална технологија игра значајну улогу, називају се дигитални пословни екосистеми (енг. *digital business ecosystem*) [65]. У детаљној библиометријској анализи радова [65] који се баве дигиталним пословним екосистемима, аутори овај концепт дефинишу као друштвено-техничку мрежу појединаца, организација и технологије које заједнички стварају нову вредност.

Још један концепт који је битан за овај рад јесте одрживи пословни екосистем (енг. *sustainable business ecosystem*). Оваква заједница предузећима обезбеђује добру позицију на тржишту и истовремено представља ресурс којим се може управљати за стицање конкурентске предности [27].

*Boston Consulting Group* [66] сматра да је формирање одговарајућих пословних екосистема прави начин да се превазиђу баријере са којима се суочавају предузећа када је у питању одрживост њиховог пословања, а од којих се као најчешће издвајају [66]:

- Издељена потражња (енг. *Fragmented demand*);
- Издељено снабдевање (енг. *Fragmented supply*);
- Изазов подударња (енг. *Matching challenge*), односно да ли постојеће тржиште обезбеђује да сваки купац нађе оно што му је потребно;
- Недостатак поверења (енг. *Lack of trust*);
- Недовољна сарадња на заједничким иновацијама (енг. *Insufficient co-innovation*);
- Недостатак блиске сарадње и координације међу привредним гранама (енг. *Lack of close coordination across industries*) [66].

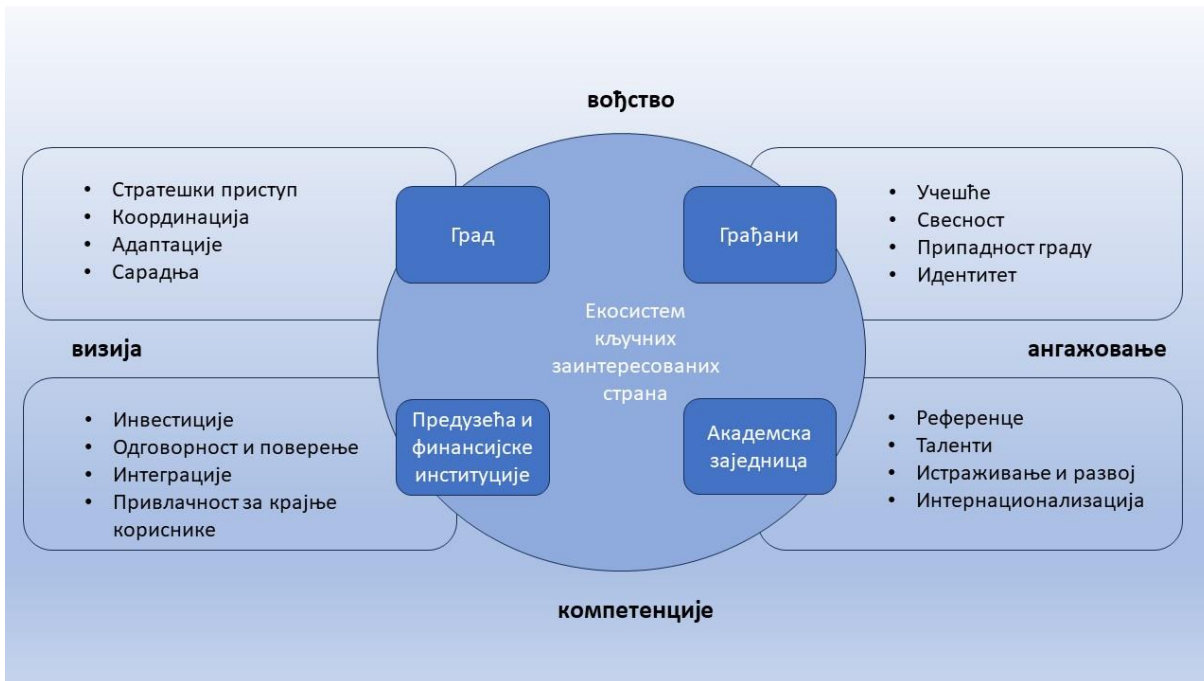
Скорашњи академски радови наглашавају кључну улогу корисника у постизању одрживости пословних екосистема, нарочито њихов допринос у дељењу информација или учешће у развоју нових производа и услуга, тзв. заједничко стварање (енг. *co-creation*) [27] .

Коначно, концепт усредсређености на људе и њихове потребе, применљив је у потпуности и на пословне екосистеме, одатле и енглески термини *human-centric*, односно *human-centered ecosystem*. То је систем различитих учесника који сарађују на решењима за неке од човекових потреба, окупљени око заједничке визије и циља. Култура заједничких вредности, укључујући и заједнички приступ подацима битни су предуслови за успешну сарадњу. За успех оваквих екосистема важно је и да подстицаји за поједначне учеснике буду усклађени са заједничком визијом [9] .



Слика 5: Кључни принципи екосистема усредсређеног на људе (адаптирано из [9] )

У студији из 2023. године [67] аутори су дали предлог модела екосистема паметног града, односно паметне заједнице, који је усредсређен на људе и одржив. Овај модел посебан значај даје заједничком размишљању и деловању кључних заинтересованих страна (енг. *key stakeholders*), што су град, грађани, академске институције и предузећа и финансијске институције. Екосистем тих кључних заинтересованих страна и њихове карактеристике и допринос илуструје *Слика 6*. Заједничко ангажовање ових страна, уз коришћење нових знања, технологија, производа и услуга, као и уз заједничку визију о унапређеним аспектима живота у таквом граду, доводи до формирања такозваних паметних кластера, односно пословних екосистема у оквиру паметног града који су специјализовани за одређену област [67]. Исти аутори изводе и закључак да се уз имплементацију стратегије која одговара локалним условима, прилагођавање глобалним трендовима, искоришћавање развојних потенцијала који постоје у појединачним нишама, као и пуно укључивање свих заинтересованих страна које омогућава координацију и мобилизацију развојних процеса у специјализованим пословним екосистемима, долази до стварања успешног екосистема паметног града (*Слика 7*).



Слика 6: Екосистем кључних заинтересованих страна (адаптирано из [67])



Слика 7: Екосистем хуманог и одрживог паметног града (адаптирано из [67])

### 3 Утицај нових технологија на трансформацију пословања мобилних оператора

Компаније које пружају телекомуникационе услуге (енг. *Communications Services Providers, CSPs*), а посебно мобилни оператори, суочавају се са озбиљним изазовима [68], [69]. Да би се испратио брзи развој технологије и истовремено испунила повећана очекивања крајњих корисника, као и регулаторни захтеви који се непрекидно развијају, потребна су значајна улагања. Са друге стране, традиционалне телекомуникационе услуге доживљавају се као роба широке потрошње и приход од њих рапидно опада. На тржишту се појављују нови учесници, који корисницима нуде погодније и приступачније алтернативе у односу на традиционалне телекомуникационе услуге. Они не морају да улажу у телекомуникациону инфраструктуру, јер своје сервисе најчешће нуде преко јавне интернет мреже, због тога и енглески назив *Over-the-top* или *OTT*. Пример су различите платформе за размену текстуалних или мултимедијалних порука (*Viber, WhatsApp, Facebook messenger*) као алтернатива традиционалним SMS (енг. *Short Messaging Service*) или MMS (енг. *Multimedia Messaging Service*) услугама.

Данас су у пословању мобилних оператора присутна два кључна тренда [68]:

- Покушаји да се смање трошкови и повећа аутоматизација, продуктивност и ефикасност;
- Потрага за новим услугама односно новим изворима прихода.

У исто време, дигитализација која се дешава у другим индустријама, доводи до тога да мрежне и комуникационе функције постају кључне за трансформацију њиховог пословања. У неким случајевима њихове потребе је могуће задовољити стандардним понудама које мобилни оператори имају за пословне кориснике, док у другим, бројнијим, ту понуду треба прилагодити специфичним захтевима одређене привредне гране (нпр. дигитализација пољопривреде, рударства, или ауто индустрије изискују различиту информационо-комуникациону инфраструктуру).

Стратешко питање за телекомуникационе операторе је где желе да се позиционирају у новом ланцу вредности (енг. *value chain*) или прецизније, у новој мрежи вредности (енг. *value network*) и како да рedefинишу своју улогу на тржишту. Једна крајност је да оператор ограничи своју улогу само на комуникациону инфраструктуру, а друга да се фокусира на то да, самостално или кроз различита партнерства, понуди нове, иновативне услуге, прилагођене потребама одређеног сегмента приватних или пословних корисника. Наравно, могуће су и различите комбинације ова два сценарија.

*Creaner* [70] разликује пет потенцијалних исхода трансформације телекомуникационих предузећа, од којих сваки има другачији профил улагања и основни пословни модел:

- *Dumb Pipe* – телекомуникациона компанија која се фокусира на обезбеђивање конективности у *Business2Business* сценаријима (мала маргина и мали трошкови);
- *Outmoded Player* – телекомуникациона компанија која покушава да обезбеди комплетан портфолио инфраструктуре и услуга, али има недовољно средстава за ефикасан наступ на тржишту (мала маргина и велики трошкови);
- *Smart Digital Pipe* – телекомуникациона компанија која уз инфраструктуру и ограничени портфолио дигиталних услуга, нуди *Open API* платформу, пружајући на тај начин различитим трећим странама могућност за излазак на тржиште (висока маргина и средњи трошкови);
- *IDSP* (енг. *Integrated Digital Services Player*) – телекомуникациона компанија која нуди потпун и широк интегрисани портфолио инфраструктуре и напредних дигиталних услуга (велика маргина и изузетно велики трошкови);
- *Services Player* – формира се једно или више нових телекомуникационих предузећа специјализованих за одређени портфолио дигиталних услуга, док се за инфраструктуру ослањају на родитељску компанију (велика маргина и мали трошкови) [70].

Исти аутор [70] разликује и десет главних путева или домена трансформације:

- Прелазак са дискретних мрежних елемената на виртуализоване мрежне функције и инфраструктуру у облаку;
- Управљање безбедношћу;

- Управљање подацима;
- Прелазак на *Open API* архитектуру;
- Проширење портфолија дигиталних услуга;
- Успостављање екосистема са партнерима;
- Увођење нових пословних модела;
- Прелазак са традиционалне на дигиталну организацију и културу;
- Усвајање нових тржишних канала;
- Прелазак на 360° *omni-channel* управљање искуством крајњег корисника [70].

Ове домене не треба посматрати изоловано, већ се захтева разумевање и проактивно управљање међузависностима које између њих постоје [70].

За коју год стратегију да се одлуче, мобилни оператори приморани су да трансформишу и своје пословање и постојеће пословне моделе како би опстали у новим тржишним условима. То није једнократна акција, већ дуготрајан и комплексан пут који укључује различите етапе. ТМ Форум на основу знања, искустава и добре праксе из индустрије, предложио је модел за одређивање приоритета, као и ефикасније управљање и праћење резултата на том путу трансформације. Овај модел под називом Модел дигиталне зрелости (енг. *Digital Maturity Model*), [68] разликује шест основних димензија:

- Корисник – ова димензија процењује у којој мери је обезбеђено корисничко искуство по ком ће крајњи корисник доживети оператора као свог дигиталног партнера, са којим остварује интеракцију користећи дигитални канал по свом избору;
- Стратегија – фокусира се на то како да се оператор трансформише, или како да настави да послује, да би повећао своју конкурентску предност кроз свеобухватну дигиталну стратегију и осмишљавање низа иницијатива које подржавају укупну пословну стратегију;
- Технологија – ова димензија процењује технолошке могућности организације за успостављање, одржавање и континуирану трансформацију окружења које подржава остварење стратешких циљева;
- Операције – ова димензија процењује перформансе свакодневних активности у организацији оператора и њихов учинак у извршавању дигиталне стратегије;
- Култура, људи и организација – стварање организационе културе и окружења у коме су сви вољни и способни да подрже иновације и повећају продуктивност;
- Подаци – процењује стратешке и оперативне способности организације да етички и ефикасно користи податке и информациона средства како би повећала пословну вредност [68].

У наставку овог поглавља дат је преглед неких технологија чији развој директно или индиректно утиче на дигиталну трансформацију мобилних оператора.

### 3.1 Пета генерација мобилних мрежа као платформа за иновације

Развој мобилних технологија у последњих неколико деценија значајно је утицао на различите области наших живота, као и пословања. У том периоду разликујемо пет основних генерација мобилних мрежа:

- Прва генерација (*1G*): Аналогни пренос гласа;
- Друга генерација (*2G*): Дигитални пренос гласа и кратких текстуалних порука (*SMS*);
- Трећа генерација (*3G*): Мобилни интернет;
- Четврта генерација (*4G*): Веће брзине и бољи квалитет мобилног интернета; дистрибуција видео садржаја;
- Пета генерација (*5G*): Мрежа супериорних перформанси која треба да послужи како крајњим корисницима тако и дигитализацији различитих привредних грана.

Оно што карактерише мобилност данас су промењена очекивања и навике крајњих корисника, велики број мобилних апликација, већи екрани и боља резолуција мобилних уређаја, као и нови формати медија и нове апликације (*HD/UHD, 360° video, AR/VR*).

У периоду који је пред нама, од мобилних мрежа, а првенствено од пете генерације, све више се очекује да обезбеде хипер-повезаност различитих интелигентних уређаја и задовоље потребу за дигитализацијом у различитим областима. По подацима Глобалног удружења мобилних добављача (енг. *Global mobile Suppliers Association*) [71], до краја септембра 2023. године, више од 300 оператора у свету пустило је у рад 5G мрежу. Истовремено, расте и број 5G компатибилних уређаја, како паметних телефона, тако и уређаја за специфичне случајеве комуникације (нпр. камере, *VR headsets*) [71].

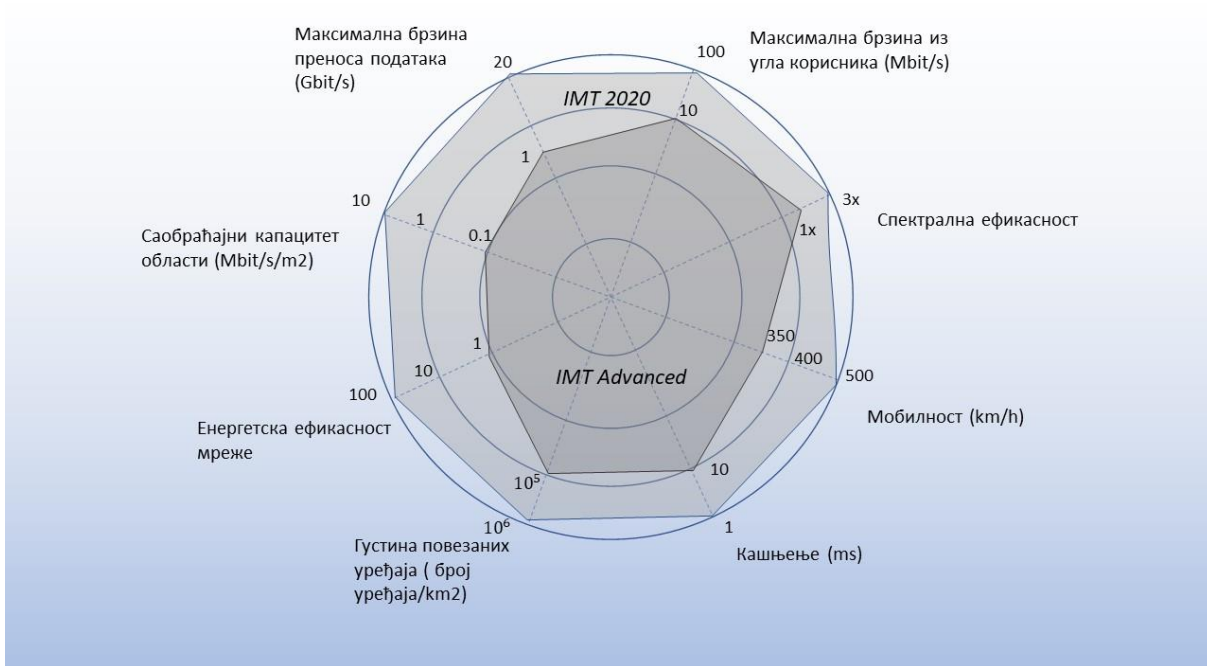
### 3.1.1 Унапређење перформанси и нови случајеви коришћења

Иако се имплементација 5G мрежа и њихова пуна примена тек очекује, потреба за комуникационом инфраструктуром која ће обезбедити много веће брзине, мања кашњења, повезаност великог броја уређаја, већу поузданост и већу ефикасност, препозната је много раније. Сектор за радиокомуникације Међународне уније за телекомуникације, ITU-R (енг. *International Telecommunication Union's Radiocommunication Sector*) још 2012. године покренуо је пројекат *IMT for 2020 and beyond* како би проширио и подржао различите сценарије и примене у којима се захтевају напредније могућности од оних које пружа 4G [72]. Сматра се да је тиме започео развој пете генерације мобилних мрежа.

Развој 5G мреже је од почетка био под утицајем захтева који изискују различите могућности за примену. Разматран је широк спектар могућих примена, којима је заједничко да захтевају бежичну комуникацију високих перформанси, мада се захтеване перформансе доста разликују.

Пошто се свуда наводи „значајно побољшање перформанси у односу на 4G“ у наставку су наведени кључни показатељи перформанси, односно параметри где 5G доноси вишеструко побољшане вредности [72], док *Слика 8* илуструје очекивана побољшања.

- Максимална брзина преноса података (енг. *Peak data rate*): Максимална брзина преноса података коју је могуће достићи при идеалним условима по кориснику/уређају (Gbit/s);
- Брзина преноса података из угла корисника (енг. *User experienced data rate*): Брзина преноса података коју мобилни корисник/уређај може да достигне било где у одређеној области покривања (Mbit/s или Gbit/s);
- Кашњење (енг. *Latency*): Кашњење које уноси радио мрежа у време потребно за пренос података (ms);
- Мобилност (енг. *Mobility*): Максимална брзина при којој је могуће постићи дефинисани квалитет сервиса (QoS) и несметани прелазак између радио нодова који могу припадати различитим слојевима и / или технологијама радио приступа (multi-layer/-RAT) (km/h);
- Густина повезаних уређаја (енг. *Connection density*): Укупан број повезаних и/или доступних уређаја по јединици површине (по км<sup>2</sup>);
- Енергетска ефикасност (енг. *Energy efficiency*): Енергетска ефикасност има два аспекта:
  - на мрежној страни, енергетска ефикасност се односи на количину информација послатих/примљених од корисника, по јединици потрошње енергије приступне радио мреже (bit/J);
  - на страни уређаја, енергетска ефикасност се односи на количину информација по јединици потрошње енергије комуникационог модула ( bit/J);
- Спектрална ефикасност (енг. *Spectrum efficiency*): Просечна ширина пропусног опсега (енг. *data throughput*) по јединици ресурса спектра и по хелији (bit/s/Hz);
- Саобраћајни капацитет области (енг. *Area traffic capacity*): Укупан проток саобраћаја по географској области (Mbit/s/m<sup>2</sup>) [72].

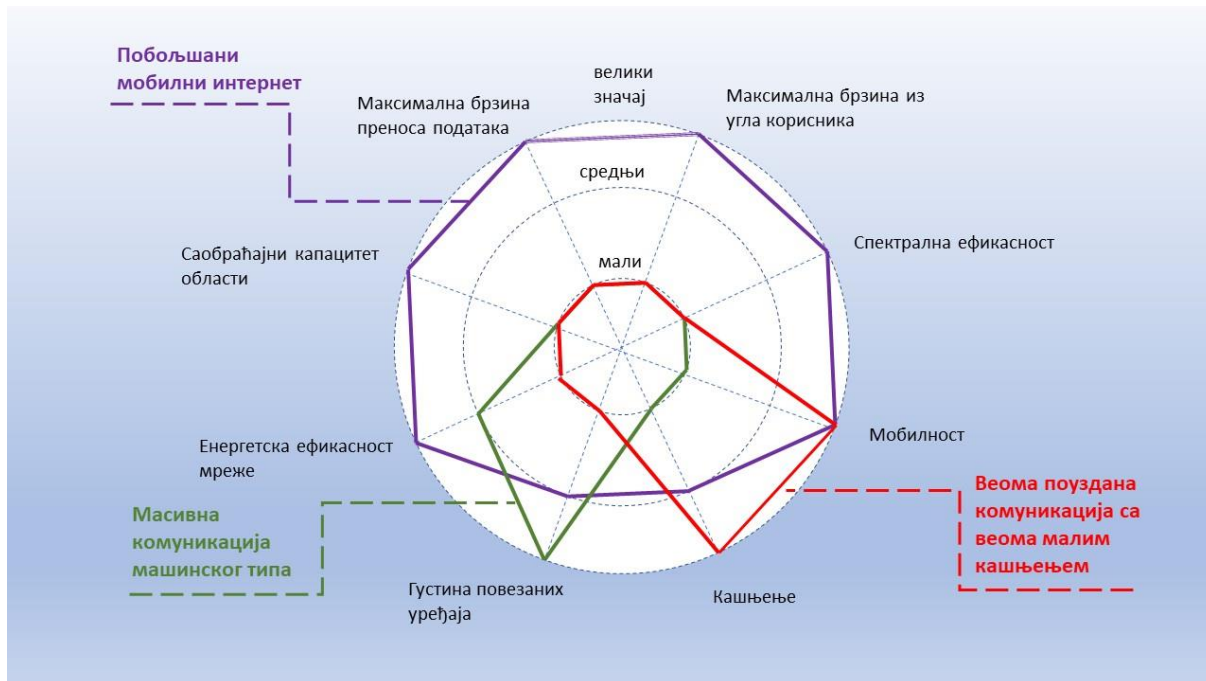


Слика 8: Очекивано побољшање кључних параметара са новом генерацијом мобилних мрежа (адаптирано из [72])

Што се случајева примене тиче, њих можемо да поделимо у три велике групе, наведене у наставку:

1. Побољшани мобилни интернет (енг. *Enhanced Mobile Broadband*). Алтернативни називи у литератури на енглеском језику су *Extreme Mobile Broadband*, *eMBB*. Ову групу примена одликује значајно повећана брзина преноса података у *hotspot* сценаријима, тј. у случајевима где постоји велика густина корисника и где се очекује врло велики капацитет саобраћаја, као и у сценаријима где се очекује покривеност много шире географске области и висока мобилност [72];
2. Масивна комуникација машинског типа (енг. *Massive Machine-Type Communications*). Алтернативни називи у литератури на енглеском језику су *Massive Scale Communications*, *Massive IoT*. Ово су сценарији у којима се очекује веома велики број повезаних уређаја са малом потрошњом енергије и у којима брзина преноса података није толико критична [72];
3. Веома поуздана комуникација са веома малим кашњењем (*Ultra-reliable and low latency communications*). Алтернативни називи у литератури на енглеском језику за ову групу случајева су *Critical Machine-Type Communications*, *C-MTC*, *URLLC*. Она обухвата сценарије у којима због природе апликација постоје стриктни захтеви по питању расположивости и перформанси комуникационе инфраструктуре [72].

Слика 9 у наставку илуструје важност одређених параметара у различитим случајевима примене.



Слика 9: Важност одређених параметара у различитим случајевима примене (адаптирано из [72])

### 3.1.2 5G спецификације и кључни технолошки концепти

Техничке спецификације за пету генерацију мобилне телефоније дефинисане су кроз рад 3GPP<sup>1</sup> по фазама. 3GPP спецификације [73] односе се на све неопходне протоколе и мрежне интерфејсе који омогућавају функционисање мобилне мреже: *air* интерфејс, контролу позива и сесије, управљање мобилношћу, омогућавање услуга и њихово тарифирање, итд.

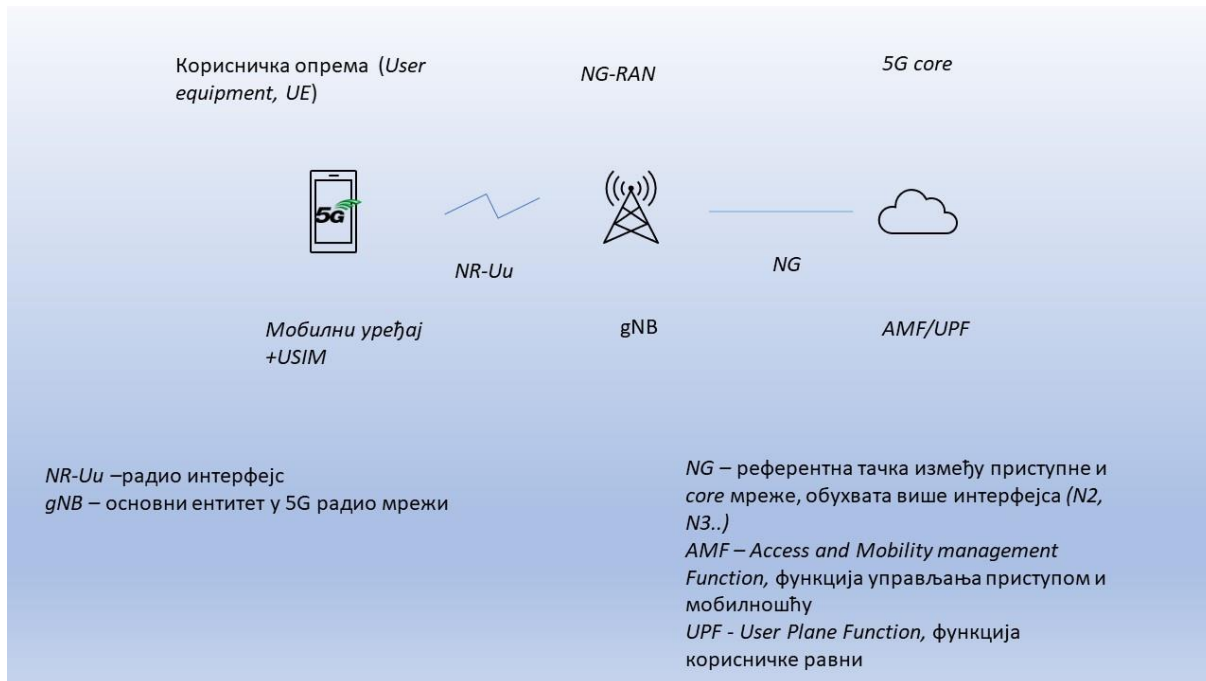
Прва фаза 5G спецификација била је обухваћена 3GPP верзијом 15 (енг. *Release 15*), која је функционално замрзнута у јуну 2018. и потпуно дефинисана до септембра 2019. године [73].

Већ та прва верзија је увела нову технику радио преноса (енг. *New Radio, NR*) и друге концепте који су кључни за функционисање 5G мрежа, као што су поузданост коју захтевају различите индустријске вертикале, или брже време одзива [73]. Наредне верзије донеле су даља побољшања перформанси, како би се задовољили захтеви из различитих индустрија и омогућили нови случајеви примене. За верзију 18 карактеристична је већа примена машинског учења и вештачке интелигенције на различитим нивоима у мрежи и она представља почетак такозване напредне пете генерације (енг. *5G advanced*) [74], [75]. У децембру 2023. започео је рад на верзији 19 3GPP спецификација.

Основни елементи 5G система су, слично као и у претходним генерацијама: корисничка опрема (енг. *user equipment, UE*), коју чине мобилни уређај и *USIM*<sup>2</sup>, мрежа за радио приступ (у овом случају нова генерација радио приступне мреже – енг. *Next Generation Radio Access Network, NG-RAN*) и *core* мрежа (у овом случају *5G Core network, 5GC*) [73].

<sup>1</sup> 3GPP - *The 3rd Generation Partnership Project (3GPP)* –<https://www.3gpp.org/> - глобална иницијатива која укључује произвођаче опреме за мобилне мреже, произвођаче чипова и мобилних уређаја, мобилне операторе, међународне институције које се баве истраживањем и друге партнере и кривно стандардизационо тело за мобилне технологије од треће генерације мобилних мрежа.

<sup>2</sup> *USIM* – *Universal Subscriber Identity Modul*



Слика 10: Основни елементи 5G мреже

Технологија радио приступа у 5G мрежама разликује се од претходних генерација, па одатле и назив нови радио (енг. *New Radio, NR*). 5G NR је дизајниран да подржи широк спектар различитих примена, а основна спецификација новог радио интерфејса дата је у 3GPP документу *TS 38.300, NR; NR and NG-RAN Overall description; Stage-2* [76].

Како 5G NR треба да подржи различите случајеве употребе, величине ћелија и брзине преноса података, предвиђено је коришћење значајно већег опсега фреквенција него што је то био случај до сада. За потребе пете генерације мобилних мрежа планирана су три основна опсега фреквенција [73], [77]:

- Ниски опсежи фреквенција, испод 1 GHz (енг. *low-band*), нуде већа покривања и релативно мање капацитете. Ови опсежи намењени су нпр. за широкопојасни мобилни интернет у руралним подручјима или масивни *IoT*;
- Средњи опсежи, 1–6 GHz (енг. *mid-band*), намењени за напредни мобилни интернет и критичне апликације у градским и приградским подручјима [73];
- Високи опсежи (енг. *high-band*) или милиметарски таласи (преко 24 GHz), намењени за веома велике капацитете у ограниченим подручјима (енг. *hotspot zone*) [73], [77], која се користе за *AR/VR, UHD 8K video, Cloud Gaming* итд. Милиметарски таласи (енг. *mmWave*) нису коришћени у приступном делу мреже у претходним генерацијама мобилних технологија.

Који од наведених фреквенцијских опсега ће оператори користити, зависи од алокације спектра у одређеној држави и тржишне стратегије оператора, односно врсте 5G услуга које намеравају да понуде својим пословним и резиденцијалним корисницима.

Иако се 5G NR ослања на исту технику мултиплексирања са ортогоналним поделом фреквенције (енг. *Orthogonal frequency-division multiplexing, OFDM*) као и 4G (*LTE*) мреже, нове методе обраде сигнала и унапређене технике антена значајно повећавају ефикасност 5G мреже и смањују кашњење [78], [79].

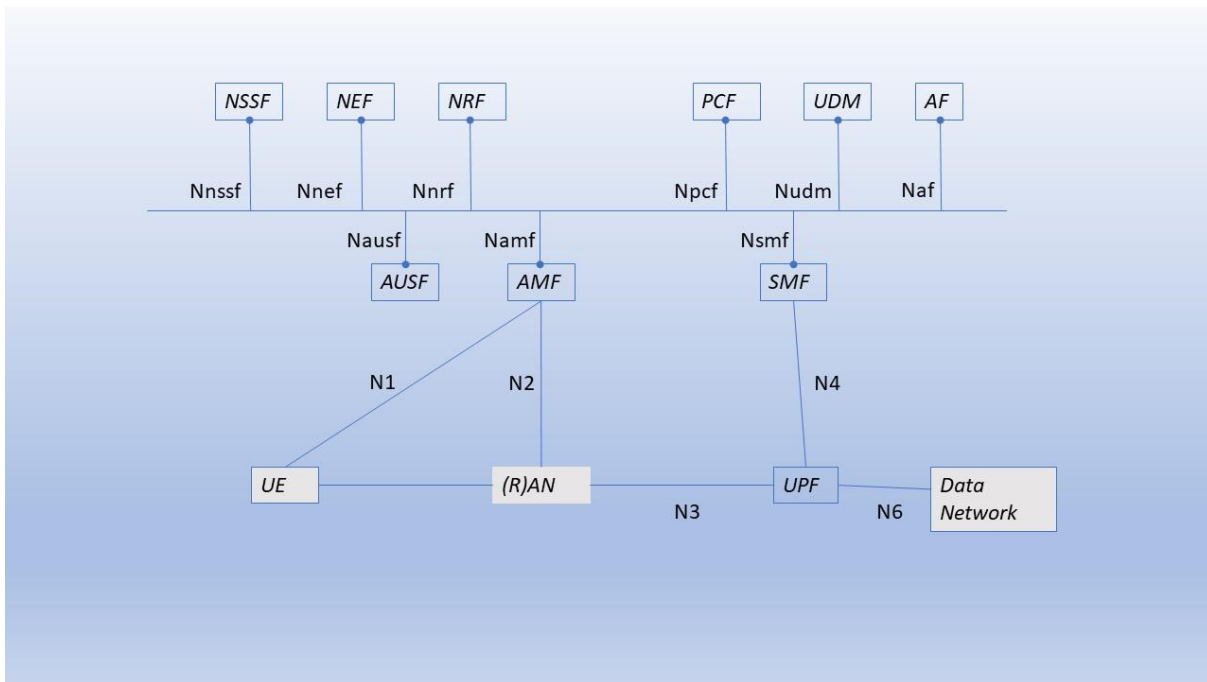
*Multiple-input multiple-output (MIMO)* је техника која користи већи број антена како на страни предајника, тако и на страни пријемника, да би повећала капацитет и поузданост бежичних комуникација. За разлику од *MIMO* имплементација у 4G мрежама, 5G NR уводи масивни *MIMO* концепт (енг. *massive MIMO*) са вишестуко повећаним бројем антена по базној станици и значајно унапређеним перформансама [78], [80].

*Beamforming* је техника која обезбеђује пренос сигнала у тачно одређеном правцу, побољшавајући јачину сигнала и смањујући расипање и интерференцију. Ово је посебно значајно за сценарије са великим бројем

антена (*massive MIMO*) као и за милиметарске таласе који се лако блокирају различитим објектима и слабе на већим растојањима [78], [80].

За *5G NR* је такође карактеристичан *full duplex* начин рада, односно могућност слања и пријема информација у исто време, на истој фреквенцији [80], као и интегрисаност приступног и *backhaul* подсистема (енг. *Integrated Access and Backhaul - IAB*), што олакшава имплементацију у подручјима где расположивост оптичког *backhaul*-а представља проблем [74].

За архитектуру *5G core* мреже карактеристично је да се ослања на сервисе (енг. *Service-Based Architecture, SBA*). Градивни елементи овакве архитектуре су одговарајуће мрежне функције (енг. *network function, NF*), а не мрежни ентитети као што је то био случај у претходним генерацијама мобилних мрежа [73]. Преко интерфејса заједничког оквира, свака мрежна функција излаже своје сервисе свим другим мрежним функцијама, односно „потрошачима“ којима је дозвољено да их користе [73]. Овакав приступ обезбеђује модларност и већу флексибилност у реализацији.

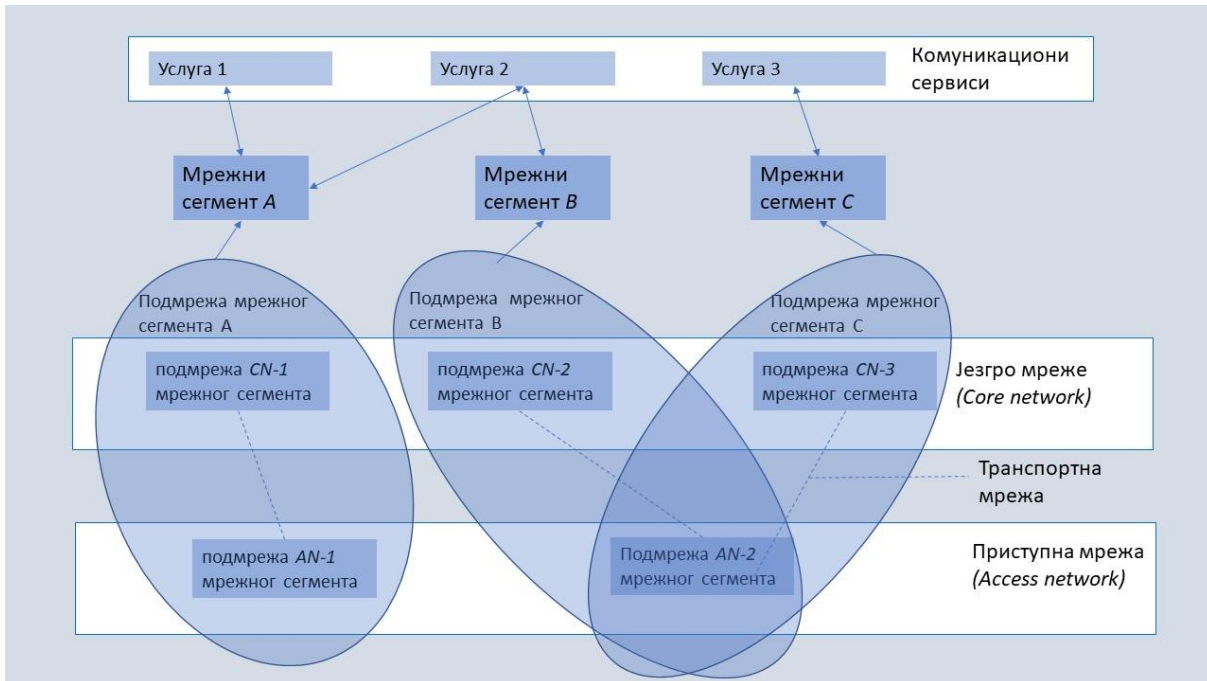


Слика 11: Архитектура *5G core* мреже (адаптирано из [73] )

Слика 11 изнад, у доњем делу приказује функцију корисничке равни, (енг. *User Plane Function (UPF)*) која је задужена за пренос корисничких података, док су у горњем делу приказане најважније функције сигналне (контролне) равни [73]:

- Функција управљања приступом и мобилношћу, енгл. *Access and Mobility management Function (AMF)*;
- Функција за контролу апликација, енгл. *Application Function (AF)*;
- Функција управљања позивима и сесијама, енгл. *Session Management Function (SMF)*;
- Функција управљања обједињеним корисничким подацима, енгл. *Unified Data Management (UDM)*;
- Функција контроле полиса које се односе на пренос података, енгл. *Policy Control Function (PCF)*;
- Функција мрежног репозиторијума, енгл. *Network Repository Function (NRF)*, која контролише друге мрежне функције и обезбеђује регистрацију, дерегистрацију и ажурирање њихових сервиса;
- Функције које се односе на безбедност и контролишу излагање мрежног интерфејса енгл. *Network Exposure Function (NEF)*, односно аутентикацију, енгл. *Authentication Server Function (AUSF)*;
- Функција која контролише избор одговарајућег логичког сегмента мреже, енгл. *Network Slice Selection Function (NSSF)* [73].

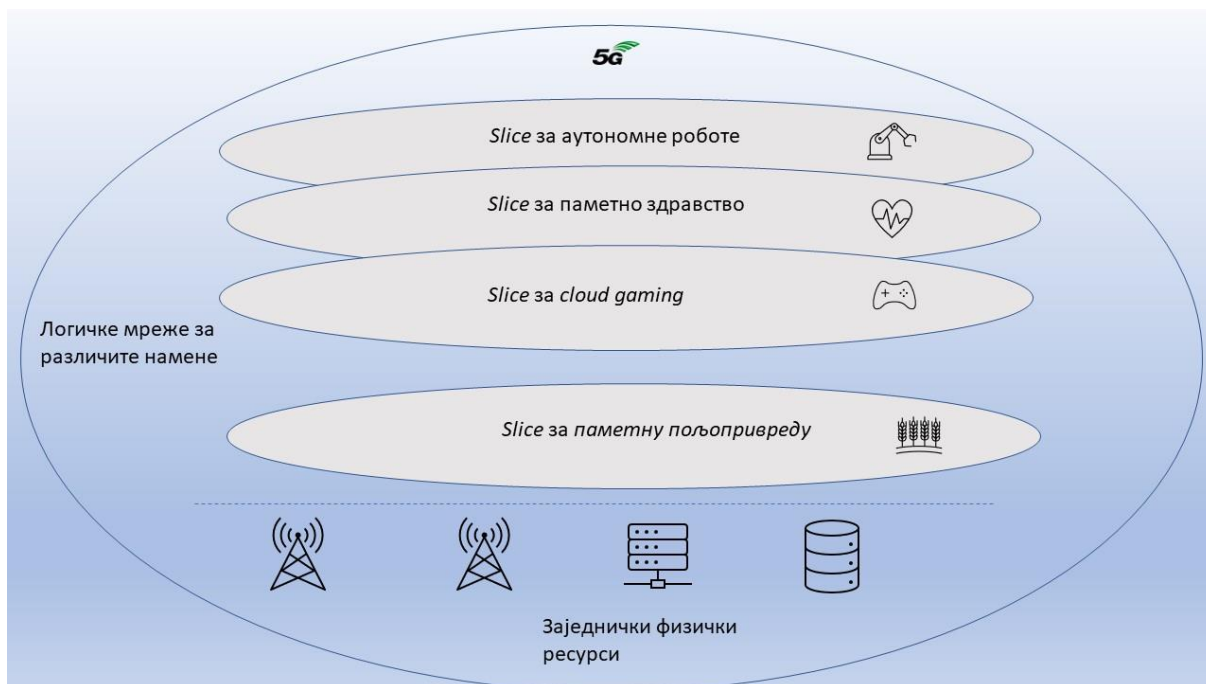
Могућност логичког партиционисања мреже с краја на крај, такозвана сегментација мреже (енг. *network slicing*) представља посебно важну карактеристику пете генерације мобилних мрежа. Концепт сегментације мреже (енг. *network slicing*) омогућава истој физичкој мрежи да ефикасно подржи мноштво услуга са веома различитим захтевима који се односе на ниво квалитета сервиса [23]. Реализација овог концепта користи технолошки напредак у областима софтверски дефинисаних мрежа, енг. *Software-Defined Networking (SDN)* и виртуализације мрежних функција, енг. *Network Functions Virtualization (NFV)*, које обезбеђују имплементацију флексибилних и скалабилних логичких мрежа, (енг. *slices*) на истој физичкој мрежној инфраструктури [21].



Слика 12: Концепт сегментације мреже (енг. *Network Slicing*) (адаптирано из [81] )

Концепт *network slicing*-а омогућава да се различите комуникационе потребе задовоље на агилан начин и истовремено отвара нове, револуционарно другачије пословне могућности за оператора. Ово је потпуна промена досадашње парадигме: уместо разматрања могућности мобилне мреже како би се дефинисала нека комерцијална понуда, сада се карактеристике логичке мреже могу дефинисати према захтевима планиране комерцијалне понуде [15].

Са једне стране, мобилна мрежа оваквих карактеристика отвара простор за иновације у различитим доменама. Са друге, нови, иновативни сервиси неопходни су како би оператор остварио нове приходе и тако повратио улагање у 5G инфраструктуру [82].



Слика 13: Једна мрежа за више различитих намена

### 3.2 Могућности које отвара примена интернета интелигентних уређаја

На већ засићеним тржиштима мобилне телефоније, где се не може очекивати органски раст броја мобилних претплатника, многи мобилни оператори препознали су потенцијал који интернет интелигентних уређаја (енг. *Internet of things, IoT*) има за њихово пословање [83]. *IoT* стратегије мобилних оператора развијале су се у складу са потражњом на тржишту. Почело је са првим *M2M* апликацијама и током година еволуирало до амбиције да се обезбеди интернет свега (енг. *Internet of everything, IoE*). Према ТМ Форуму<sup>3</sup>, „док се *IoT* односи на омогућавање међусобног повезивања уређаја и управљање њима, где под међусобно повезаним уређајима подразумевамо физичке ствари, *IoE* проширује овај концепт тако да поред ствари укључује и људе, процесе и податке који их подржавају“ [84].

Упркос великим очекивањима, и упркос расту броја *IoT* конекција забележеном последњих година, по јавно доступним подацима, *IoT* пословање још увек представља само мали део прихода за мобилне операторе (и обрнуто, мобилним операторима припада само мали део процењене величине укупног *IoT* тржишта) [85], [86].

Развој различитих информационо комуникационих технологија и нове техничке могућности (*5G*, *eSIM*, вештачка интелигенција, приватне мреже...) отварају операторима различите опције за редефинисање *IoT* стратегије у наредном периоду [87].

За сценарије и пословне моделе који се разматрају у овој дисертацији од посебне важности су нове могућности које доноси концепт *5G RedCap*, што је скраћеница од енглеског назива *5G Reduced Capability*. Овај концепт који се још назива и *5G NR-Light* први пут је уведен у *5G* стандардизацију са верзијом 17 *3GPP* спецификације, како би се превазишао проблем комплексности, а самим тим и цене постојећих уређаја за широкопојасни *IoT* (енг. *Broadband IoT*) и омогућили бројни нови случајеви коришћења, који имају мање стриктне захтеве кад је у питању брзина преноса података него у случају побољшаног мобилног интернета (енг. *eMBB*) или кад је у питању кашњење у случају веома поуздане комуникације (енг. *URLLC*) [88]. Ови случајеви се по својим комуникационим захтевима позиционирају између три главне групе *5G* случајева примене описаних у претходном поглављу [88], [89], [90], [91].

<sup>3</sup> *TM Forum*, <https://www.tmforum.org/> – глобална алијанса која окупља више од 800 компанија из телекомуникационе индустрије.



Слика 14: Позиционирање комуникационих захтева за RedCap случајеве коришћења

У верзији 17 3GPP спецификације дефинишу се карактеристике за подршку новом типу уређаја који ће имати смањену способност (енг. *Reduced Capability*), али и нижу цену/ мању сложеност, мању физичку величину и дужу животног век батерије у поређењу са досадашњим 5G компатибилним уређајима [88], [89].

	Кашњење	Пропусни опсег	Густина инсталираних уређаја	Комплексност уређаја	Животни век батерије	
Критичне IoT апликације ( <i>Mission-critical IoT</i> )	✓ мало	✓✓✓✓✓ велики	✓ мала	✓✓✓✓✓ велика	✓ референтни	Високе перформансе ↑ ↓ Мала комплексност
<b>NR-Light (RedCap)</b>	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	
Масивне IoT апликације ( <i>massive IoT</i> )	✓✓✓✓✓✓✓ велико	✓ мали	✓✓✓✓✓✓✓ велика	✓ мала	✓✓✓✓✓✓✓ дугачак	

Слика 15: Захтеви који се односе на RedCap случајеве коришћења (адаптирано из [92] )

Примери случајева употребе 5G RedCap концепта, поред различитих индустријских сензора, укључују и уређаје намењене широј популацији: носиве уређаје (енг. *wearables*), као што су паметни сатови, носиви медицински уређаји, јефтине и доступне AR/VR наочаре, видео надзор и слично [93].

Већина телекомуникационих оператора још увек своју IoT понуду заснива на обезбеђивању повезивања паметних уређаја, док стварна тржишна вредност IoT-а лежи изван тога. Због тога су амбиције оператора

у блиској будућности усредсређене на то да искористе могућности које нуди 5G и да се помере у ланцу вредности *IoT* пословања [83]. Исплативије улоге за оператора крећу се од оних где је основна понуда која се односи на обезбеђивање конективности унапређена (нпр. повезивање критично за одређену област пословања или обезбеђивање приватне мреже) до оних где се понуда заснива на *IoT* платформи (нпр. управљање уређајима и подацима, монетизација података и апликација) [83]. За операторе то значи да морају, ако желе да остану релевантни на ширем *IoT* тржишту, да уведу *IoT* платформу, односно унапреде могућности постојећих и да истраже потенцијал који лежи у *IoT* апликацијама, услугама, као и у различитим професионалним сервисима. Лепеза услуга које су оператори планирали да уведу или већ нуде, укључује *IoT* платформу као сервис (енг. *platform as a service*), мрежу као сервис (енг. *network as a service*), управљање уређајима и пословну аналитику [83].

Један од важних аспеката *IoT* стратегије је начин на који ће оператор поступати са подацима, односно користити податке који су генерисани у таквом екосистему, без обзира да ли се појављује у улози власника уређаја, власника *IoT* платформе, провајдера који обезбеђује повезаност или неке додатне услуге [83], [84].

Оператор може да ограничи коришћење релевантних *IoT* података само за своје интерне потребе, нпр. унапређење постојећих сервиса или може да се одлучи за монетизацију ових података. То може да уради тако што ће директно продати податке некој трећој страни или тако што ће *IoT* податке објединити са другим информацијама које су му доступне и анализирати интерно, а трећој страни продати резултат те анализе, односно увиде генерисане на тај начин [94].

Прелазак на *IoT* пословање које се заснива на платформи није само другачији технолошки концепт за операторе, већ и нови приступ пословном моделу и развоју случајева примене. Успешан и одржив *IoT* пословни модел захтева да више учесника искористи предност повезивања података, уређаја и апликација за вишеструке случајеве употребе да би се створила нова вредност [95]. Другим речима, да би били успешни у *IoT* пословању, оператори морају бити део здравог и успешног екосистема изграђеног око *IoT* инфраструктуре. То је екосистем у коме сваки учесник од њега има користи, истовремено пружајући вредност другима. Ове вредности нису обавезно нешто што се мери и исказује у новцу (нпр. вредност која се пружа другим учесницима може бити поверење крајњих корисника или потенцијал за иновацију) [84]. За оператора то значи да нађе начин да на *IoT* тржишту што је могуће боље искористи своје ресурсе, потенцијале и знања, и склопи права партнерства која могу да допринесу новим, успешним *IoT* сервисима [87].

### 3.3 Могућности које отвара примена *blockchain* технологија

*Blockchain* се обично дефинише као низ блокова података или записа који се налазе у дистрибуираној главној књизи (*distributed ledger*) [96].

Биткоин је прва апликација која је увела ову технологију, међутим примена *blockchain*-а није ограничена на крипто-валуте. Напротив, идеја о јавној и децентрализованој главној књизи врло је релевантна и за друге примене и може да доведе до бољих модела и нових могућности за обављање трансакција у различитим индустријама [97].

Након увођења биткоина појавиле су се различите *blockchain* технологије, са различитим моделима поверења, различитим начинима постизања консензуса, различитим карактеристикама и перформансама. Неки деривати *blockchain*-а брзо сазревају за индустријску употребу, где су други још увек у фази истраживања [98]. Различите индустрије тренутно истражују да ли би и како могле имати користи од ове нове технологије и телекомуникације нису изузетак. Телеком индустрија види ову технологију као један од потенцијалних одговора на изазове у вези са смањењем профитабилности и претњама које стижу од *over the top* провајдера и других нових учесника на тржишту, али и као потенцијални начин за учешће у новим услугама и пословним моделима, као и новим екосистемима које омогућава интернет интелигентних уређаја [99], [100], [101].

ТМ Форум издава следеће карактеристике *blockchain* технологија као важне за примену у телекомуникационој индустрији [102]:

- *Blockchain* ради у „неповерљивом“ окружењу: функције које обављају упис и проверу, односно ревизију трансакција у дистрибуираној главној књизи (*distributed ledger*) извршавају се неутрално и поуздано;
- Дистрибуирана главна књига не захтева посреднике: трансакције се могу обављати без потребе за трећим лицима, као што су клириншке куће;
- *Blockchain* примењује децентрализовани консензус којим се осигурава интегритет;
- Непроменљивост спречава неовлашћене измене (*tampering*): злонамерном учеснику је неизводљиво да промени дистрибуирани запис на свим локацијама;
- Ажурирање се обавља скоро у реалном времену чиме се обезбеђује конзистентност. Иако се времена трансакција разликују, конзистентност свих копија књиге се брзо постиже;
- Проверљивост: било који учесник може се вратити било којој трансакцији у било ком тренутку и проверити њен интегритет;
- Временске ознаке и хронологија подржавају секвенцирање: дистрибуирана књига утврђује време трансакција као и њихов садржај;
- Трансакције које подржавају паметне уговоре (енг. *smart contracts*): *blockchain* омогућава извршавање кодираних „уговора“ који тако постају и сами део неопозиве евиденције;
- Фракциона валута за микро-трансакције: криптовалуте засноване на *blockchain*-у омогућавају изузетно мале финансијске трансакције које су иначе непрактичне или немогуће код традиционалних система за поравнања [102].

Поред самих оператора, и други актери и организације из области телекомуникација (аналитичари, произвођачи опреме, индустријске асоцијације итд.) последњих неколико година процењују потенцијал, изазове и користи које би примена ове технологије имала на пословање мобилних оператора. До сада идентификовани случајеви примене (укључујући и патенте, тестне имплементације, потврде концепта, пилот пројекте и слично) могу се класификовати у следеће области: [102], [103], [104]:

- Интерно: примена *blockchain*-а за повећање ефикасности основних пословних процеса, укључујући интерне процесе, интеракцију са другим операторима и провајдерима, интеракцију са добављачима и регулаторима;
- У домену услуга намењених крајњим корисницима: коришћење *blockchain*-а за развој нових дигиталних услуга, углавном заснованих на концепту дигиталног идентитета;
- У новим пословним екосистемима: ова група примена претпоставља да ће оператор преузети улогу провајдера дигиталних услуга, сарађујући са различитим екстерним партнерима – различитим вертикалама. У таквом сценарију *blockchain* може да омогући и олакша управљање сложеним трансакцијама између више учесника.

Због теме којом се бави овај рад, треба поменути примене у сценаријима који укључују *5G* и *IoT* [104], [105], [106]. Једна од области која привлачи све више пажње је могућност коришћења *blockchain*-а у контексту виртуализације мрежних функција (енг. *network function virtualization, NFV*) и *5G* мреже. Друга тема од интереса је примена *blockchain*-а у циљу побољшања сигурности и заштите приватности *5G* услуга које се нуде корисницима. Од недавно, фокус је почео да се пребацује на дељење података и информација међу различитим учесницима у *5G* екосистемима. Оваква размена података, заснована на *blockchain*-у, треба да омогући такозвану „економију сарадње“ (енг. *collaboration economy*) [107].

Посебна област примене значајна за ову дисертацију су програми лојалности у којима се поени лојалности третирају на исти начин као крипто-валуте. Због горе наведених карактеристика саме *blockchain* технологије, овакви програми могу да се користе у различитим комплексним сценаријима, као и да обезбеде размену поена лојалности међу корисницима [108] [109], [110].

Овакви програми су већ идентификовани као фактор који може да допринесе даљем развоју паметних градова и већем прихватању нових, паметних услуга од стране грађана [111] [112] [113] [114] [115]. У контексту нових услуга које се ослањају на *5G*, мобилни оператор може да искористи овакве програме и на тај начин стимулише кориснике да их прихвате и почну да их користе.

### 3.4 Могућности које отвара примена вештачке интелигенције

Термин „вештачка интелигенција“ (енг. *Artificial Intelligence, AI*) први пут је увео *McCarthy* средином педесетих година прошлог века [116]. Различите дефиниције овог појма повезују прилоге „људски“ или „рационално“ са процесима вештачког „размишљања“ или „деловања“ [117]. Без обзира на све контроверзе или забринутост која прати убрзани развој вештачке интелигенције, могућности за њену примену се испитују у разним доменима. Циљ је да се *AI* примени тако да се замене или допуне различите активности које сада обављају људи, односно да им се значајно побољшају перформансе и резултати [118].

У паралели са важним достигнућима у области машинског учења (енг. *machine learning*) и дубоких неуронских мрежа (енг. *deep neural network*), испитивала се и тестирала њихова примена у телекомуникацијама, односно дигиталној трансформацији телеком оператора [119], [120], [121], [122], [123], [124]. Поред тога испитује се и потенцијал генеративне вештачке интелигенције (енг. *generative AI*) да унапреди функционисање савремених мобилних мрежа [125], [126].

Корисници телекомуникационих услуга и сама телекомуникациона мрежа генеришу огромну количину података. Након периода у ком су телеком оператори улагали у аналитику података, последњих година фокус им се померио на то како да употребе вештачку интелигенцију и машинско учење како би били у стању да:

- Побољшају корисничко искуство и нађу нове начине за ангажовање корисника;
- Повећају ефикасност кроз дигитализацију и рационализацију пословних процеса;

Повећају агилност и побољшају поузданост мреже и услуга [127], [126], [128].

Осигурање аутоматизације у процесима за одржавање мреже и управљање услугама посебно је важно како би се одговорило на предстојеће *5G* и *IoT* изазове [123], [126].

Корисничко искуство. Случајеви примене вештачке интелигенције у домену корисничког искуства су најзрелији. Ово је такође област у којој корисници имају најзахтевнија очекивања. Паметни телефони, уређаји који се користе за интеракцију са провајдерима комуникационих услуга, већ укључују различите могућности вештачке интелигенције и пружају интуитиван интерфејс, посебно за сегмент корисника којима је дигитално искуство природно (енг. *digital natives*) [129]. На тај начин, заједно са искуством које нуде дигитални лидери (нпр. *Google, Amazon, Netflix*), ово значајно утиче на очекивања купаца од њихових телекомуникационих провајдера [129].

Бројни мобилни оператори широм света користе *chat bot* решења (било као замену за агенте за бригу о корисницима или као подршку агенту да боље послужи корисника), док су најнапреднији оператори већ увели дигиталне асистенте који се активирају гласом. Иновативне могућности самопослуживања (енг. *self-service*) засноване на вештачкој интелигенцији побољшавају корисничко искуство, а истовремено смањују оперативне трошкове у позивним центрима. Очекивања корисника, међутим, иду даље од тога. Уз све податке и информације које о њима има провајдер телекомуникационих услуга, крајњи корисници очекују да их њихов оператор боље „разуме“ [129]. Предуслов за то је повезивање свих релевантних података који се прикупљају у различитим деловима организације оператора и стварање свеобухватног погледа на корисника. Због тога се многи оператори фокусирају на имплементацију „интегрисаног, интелигентног и ефективног профила корисника од 360 степени“ [130]. Поред нових начина интеракције са клијентом, главни допринос *AI* у корисничком искуству очекује се у омогућавању преласка са реактивног на проактивно и персонализовано ангажовање. Ово укључује разумевање и креирање аутоматизованих процеса који се односе на:

- Проактивну бригу о кориснику – да се предвиде потребе купаца и промене у обрасцу коришћења;
- Персонализовани маркетинг у реалном времену – за разумевање понашања купаца при куповини и испоруку релевантних понуда у правом тренутку;
- Доследну интеракцију са купцем по свим дигиталним каналима (енг. *omni-channel experience*) [130].

Аутоматизација мреже и управљање услугама. Корисници такође очекују дигитални, самоуслужни (енг. *self-service*) модел подршке кроз цео животни циклус услуга, од наручивања, до отказивања [131]. Управљање онлајн услугама у реалном времену, управљање грешкама и наплата постају све сложенији, посебно пошто телеком оператори у свој портфолио укључују све софистицираније услуге и пословне моделе засноване на партнерствима са неком трећом страном [131].

Технолошка трансформација која је у току, а која укључује прелазак на рачунарство у облаку (енг. *cloud computing*), виртуализацију мрежних функција (енг. *network function virtualization, NFV*) и софтверски дефинисано умрежавање (енг. *software defined networking, SDN*) додатно повећава сложеност телекомуникационих мрежа. Истовремено, будући случајеви коришћења, омогућени врхунским 5G перформансама, намећу строге захтеве у погледу поузданости и доступности мрежних ресурса. Одржавање и управљање таквом мрежом коришћењем само традиционалних алата и људске радне снаге постају немогући [126]. Због тога се очекује да традиционалне телеком мреже еволуирају ка мрежама дефинисаним знањем (енг. *knowledge defined networks*) [131].

Потреба за аутоматизацијом затворене петље (енг. *closed loop automation*) која обухвата дефинисање и доделу телекомуникационих услуга у реалном времену, као и управљање и оркестрацију, у овој новој, динамичној инфраструктури постаје кључна. Таква сложена инфраструктура захтева стално мерење и мониторинга саобраћаја и доношење одлука о оптимизацији и санацији грешака у реалном времену. Затворена петља у овом контексту значи сакупљање и анализирање података да би се открило како мрежа може бити оптимизирана, и затим спровођење тих промена на аутоматизован начин. Да би се то постигло, потребно је да се вештачка интелигенција дода људској, како би заједно обављале процесе контроле и управљања [126]. Оно што оператори и телекомуникациона индустрија имају као циљ је да буду у могућности да испоруче захтевану конективност и друге услуге путем аутономних мрежа (енг. *autonomous networks*) које не захтевају скоро никакву људску интервенцију. У том контексту, три водећа принципа су [132]:

- *Zero-touch*, који означава аутоматизацију процеса у одржавању мобилне мреже;
- *Zero-wait*, који има за циљ да крајњи корисници добију оно што желе брзо и ефикасно, тј. без чекања;
- *Zero-trouble*, који се фокусира на аутоматско отклањање проблема или њихову превенцију уз помоћ вештачке интелигенције [132].

Интелигенција за IoT. аим и брзина промена које захтева интернет интелигентних уређаја, имплицирају потребу за аутоматизацијом. Случајеви коришћења где се захтева ултра поуздана комуникација са малим кашњењем заједно са управљањем огромним бројем IoT уређаја у реалном времену, у веома динамичном окружењу, могу се реализовати само интеграцијом AI могућности, како у мрежну инфраструктуру тако и на страни крајњих уређаја [133].

Поред поменутих домена за примену, у телекомуникацијама, слично као и у другим индустријама, AI се може користити за побољшање комерцијалне стратегије (нпр. за креирање нових производа и услуга или за идентификацију услуга које би требало да буду повучене) или за побољшање општег пословања (нпр. управљање уговорима, набавкама, финансијама).

Други, поједностављени начин класификације потенцијалних примена AI разматраних у контексту стварних покушаја имплементације и/или иницијатива које предузимају оператори широм света, може бити као и у случају *blockchain* технологија:

- Интерно, за повећање ефикасности основних пословних процеса;
- У домену услуга намењених крајњим корисницима;
- У новим пословним екосистемима, изван традиционалног телекомуникационог пословања [127].

## 4 Пословни модели мобилних оператора

### 4.1 Нове пословне прилике за оператора које омогућава 5G

Оператори који су имплементирали или се спремају да имплементирају пету генерацију мобилних технологија, траже нове пословне прилике у реализацији сценарија из једне од следеће три велике групе случајева примене:

- Побољшани мобилни интернет (енг. *Enhanced Mobile Broadband, Extreme Mobile Broadband, eMBB*);
- Масивна комуникација машинског типа (енг. *Massive Machine-Type Communications, Massive Scale Communications, Massive IoT*);
- Веома поуздана комуникација са веома малим кашњењем (енг. *Ultra-reliable and low latency communications, Critical Machine-Type Communications, C-MTC, URLLC*) [13], [72].

За велики број случајева примене заједничко је то да се користе сензори, дронови, роботи, аутономна возила или други 5G компатибилни уређаји и апликације који прикупљају и преносе податке, информације или видео стримове, ИТ системима способним да обраде велику количину података, изврше анализу, генеришу увиде и омогуће адекватно и оптимално деловање у датим условима. Велика група случајева примене, такође, замењује људску радну снагу у активностима које су напорне, недовољно безбедне, где постоји ризик од људске грешке или где је аутоматизацијом коју обезбеђује 5G, могуће значајно побољшати перформансе.

Посебан подскуп случајева примене односи се на примену технологије „дигиталног близанца“ (енг. *digital twin*) коју обезбеђује 5G мрежа [134], [135], [136]. Како се *digital twin* технологија заснива на ажурном виртуалном моделу објеката, уређаја и процеса из реалног света, неопходно је да се у реалном времену прикупља велика количина података са бројних сензора. То ажурирање виртуалне репликае, односно дигиталног близанца, омогућава 5G мрежа која може да подржи велики број повезаних уређаја и обезбеди велике брзине преноса података и мало кашњење. На овај начин се олакшава анализа, симулација, тестирање и исправљање грешака у свим процесима који имају стриктне захтеве и где су такве операције на реалним објектима или системима скупе или ризичне [134], [135], [136].

Табела 1 у наставку приказује главне домене у којима је, по индустријским публикацијама [13], [15], [137], [138], идентификован потенцијал за примене и неке од случајева коришћења који се ослањају на могућности 5G мреже, а који представљају нове пословне прилике за оператора.

Индустријске вертикале	Примери могућих случајева коришћења
Индустрија 4.0 (енг. <i>Industry 4.0</i> ) [15], [23]	<ul style="list-style-type: none"><li>• Праћење перформанси у реалном времену, мерење варијација квалитета произведене робе, нпр. коришћењем концепта дигиталног близанца (енг. <i>digital twin</i>) и брза детекција неправилности, интеракције оператора и променљивих фактора у окружењу;</li><li>• Мобилни роботи, колаборативни роботи;</li><li>• Даљинско сервисирање машина и опреме (теледијагностика, акције хитног одржавања...), примена тактилног интернета;</li><li>• Коришћење проширене реалности (енг. <i>Augmented reality, AR</i>) у процесима производње, монтаже, одржавања и поправке [15], [138].</li></ul>
Аутомобилска индустрија (енг. <i>Automotive / CCAM</i> ) [139]	<ul style="list-style-type: none"><li>• Аутономна возила;</li><li>• Умрежена возила (енг. <i>connected car</i>), комуникација возила са возилом (енг. <i>vehicle to vehicle, V2V</i>) или возила са било чиме (енг. <i>vehicle to anything, V2X</i>);</li><li>• Упозорења о безбедности на путевима, временска упозорења, услови саобраћаја;</li><li>• Избегавање судара и превенција осталих инцидената у саобраћају;</li><li>• Приступ информативним и забавним садржајима (енг. <i>infotainment</i>) у аутомобилу [139].</li></ul>

Индустријске вертикале	Примери могућих случајева коришћења
Транспорт и логистика (енг. <i>Transport &amp; Logistics</i> ) [140], [141]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Паметна складишта (енг. <i>Smart warehouses</i>), управљање залихама;</li> <li>• Контрола над целим ланцем набавке</li> <li>• Даљинска провера квалитета или дијагностика производа у реалном времену;</li> <li>• Праћење варијација параметара битних за квалитет производа који се транспортује као што су температура, влажност ваздуха;</li> <li>• Управљање теретом и праћење возила [140], [141].</li> </ul>
Енергетски сектор (енг. <i>Energy</i> ) [141], [142], [143]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Поуздана и доступна комуникациона инфраструктура за мониторингање система за дистрибуцију електричне енергије;</li> <li>• Управљање машинама и постројењима на даљину – повећана безбедност запослених (нарочито код примене у рударству)</li> <li>• Виртуалне електране, паметна електроенергетска мрежа (енг. <i>smart grid</i>), балансирање оптерећења у реалном времену.</li> </ul>
Паметни градови и комуналне услуге (енг. <i>Smart Cities &amp; Utilities</i> ) [13], [137]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Паметне зграде;</li> <li>• Паметно паркирање;</li> <li>• Управљање отпадом;</li> <li>• Паметна јавна расвета [137].</li> </ul>
Паметне луке и аеродроми (енг. <i>Smart (Air)ports</i> ) [144]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Управљање на даљину крановима и другом опремом за утовар и истовар;</li> <li>• Интелигентни видео надзор, интеграција различитих видео стримова [144].</li> </ul>
Здравство (енг. <i>eHealth</i> ) [13], [141]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Поуздана и доступна комуникациона инфраструктура за мониторингање свих параметара битних за здравље пацијента;</li> <li>• Прегледи и операције на даљину;</li> <li>• Краће време одзива у критичним ситуацијама, нпр. употреба дронова;</li> <li>• Коришћење роботике у процесу рехабилитације са контролом у реалном времену [141].</li> </ul>
Медији и забава (енг. <i>Media &amp; Entertainment</i> ) [145]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Даљинско емитовање и продукција видео садржаја – контролисање камера на различитим мобилним уређајима, селекција и комбиновање видео стримова;</li> <li>• Могућност да гледалац у реалном времену бира из ког угла посматра догађај;</li> <li>• AR-VR, имерзивна искуства;</li> <li>• Гејминг у облаку, е-спорт [141], [145].</li> </ul>
Државне агенције (енг. <i>Governmental Agencies</i> ) и јавна безбедност (енг. <i>Public Safety</i> ) [137], [141]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Паметни надзор, превенција криминалних активности;</li> <li>• <i>Push to talk</i> решења за комуникацију припадника хитних служби, ватрогасаца, полиције;</li> <li>• Визири и шлемови са AR-VR могућностима;</li> <li>• Дронови и роботи за деактивирање експлозивних направа [137], [141].</li> </ul>
Пољопривреда (енг. <i>Agriculture &amp; agrifood</i> ) [146], [147]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Паметне фарме (енг. <i>Smart farms</i>), надгледање усева, стада;</li> <li>• Рационална и ефикасна потрошња воде, примена љубрива и пестицида;</li> <li>• Употреба робота и аутономних пољопривредних машина [146], [147].</li> </ul>

Табела 1: Неки од могућих случајева коришћења у различитим привредним гранама

Иако се неки од ових случајева примене могу реализовати и без 5G мреже, то јест са постојећим јавним или приватним мобилним мрежама, концепт логичке сегментације мреже, односно *network slicing*, у многоме олакшава оператору да задовољи комуникационе захтеве одређеног сценарија [23], [81]. Квалитет сервиса (енг. *Quality of service, QoS*) који је могуће дефинисати за један *slice*, то јест за једну логичку мрежу дефинисану с краја на крај, гарантује поузданост (енг. *reliability*) и контролу. Динамичком алокацијом ресурса може се обезбедити скалабилност (енг. *scalability*), то јест прилагодити променама у захтеваном капацитету. За случајеве где је то потребно, концепт *network slicing*-а може да обезбеди високу доступност (енг. *high availability*). Поред тога, за појединачни *slice* и саобраћај који се по њему

одвија, могуће је дефинисати конфигурацију која испуњава одређене безбедносне захтеве (енг. *security*) и на тај начин повећати сигурност, било да је то услов који намеће регулатива за одређену врсту примена или само додатна предност коју је могуће понудити крајњем кориснику [23], [81], [137].

Најзначајније за оператора је што исту физичку инфраструктуру може да искористи за примене у различитим пословним сценаријима и у сарадњи са различитим индустријским вертикалама [138].

Од прве идеје о 5G мрежи па до данас, разматрају се њени потенцијали и бенефити које би могла да донесе у контексту паметних градова [2], [31], [148], [149], [150]. Нове информационе технологије, као што су интернет интелигентних уређаја, *blockchain* и вештачка интелигенција, и њихова примена у пословању мобилних оператора, упарене са могућностима 5G мреже, додатно отварају могућности за развој и примену различитих *smart living* сервиса [2], [13], [151].

Пошто је фокус ове дисертације на новим сервисима које омогућава 5G, а намењени су паметним стамбеним заједницама, важно је, уз горе већ поменуте случајеве коришћења у контексту паметног града, нагласити да овим заједницама мобилни оператори могу да понуде:

- Унапређење интелигентне урбане инфраструктуре;
- Могућност прикупљања и обраде информација са великог броја умрежених интелигентних уређаја;
- Могућност висококвалитетног видео преноса.

Уз интеграцију са различитим интелигентним апликацијама, на тај начин је могуће обезбедити значајна побољшања у доменима урбане безбедности, очувања животне средине, управљања ресурсима, планирања итд., као и укупног квалитета живота у таквим заједницама [13].

Табела 2 у наставку даје приказ неких од европских пилот пројеката који користе 5G мрежу за директно или посредно унапређење различитих аспеката функционисања паметног града.

Пројекат	Визија и циљеви	Главни случајеви примене
5G-TOURS ( <a href="https://5gtours.eu/">https://5gtours.eu/</a> )[152], [153]	Да унапреди живот у граду, како за његове житеље, тако и за туристе, и учини градове привлачнијим за посету, ефикаснијим у смислу мобилности и безбеднијим за све.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Коришћење 5G, као и проширене и виртуалне реалности ради побољшања искуства посетилаца у музејима и другим туристичким атракцијама;</li> <li>• Унапређење мобилности, првенствено у функционисању аеродрома;</li> <li>• 5G за побољшану безбедност грађана и туриста кроз асистирану здравствену заштиту.</li> </ul>
5G Solutions for European Citizens project (5G-SOLUTIONS, <a href="https://5gsolutionsproject.eu">https://5gsolutionsproject.eu</a> ) [154]	Да испита иновативне и тематски разнолике дигиталне услуге које захтевају перформансе и могућности 5G мреже у различитим вертикалним доменима, од којих се један односи на паметни град, ангажујући се при томе директно са крајњим корисницима, како би, уз технолошку валидацију, потврдили и пословне моделе и потенцијал ових случајева употребе пре комерцијалне примене.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Одрживи паметни градови уз паметно осветљење и паметно паркирање;</li> <li>• Сигурнији и безбеднији градови и зграде уз повезане камере и друге уређаје;</li> <li>• Заједничко креирање и доношење одлука у реалном времену на основу података добијених од грађана и повезаних уређаја.</li> </ul>
5GENESIS, (5th Generation End-to-end Network, Experimentation, System Integration, and Showcasing, <a href="https://5genesis.eu/">https://5genesis.eu/</a> ) [155]	Да провери кључне индикаторе перформанси 5G мреже за различите случајеве употребе, како у контролисаним условима, тако и на великим догађајима.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Валидација 5G перформанси на догађајима који обухватају велики број учесника (спортски догађаји, фестивали).</li> </ul>

Табела 2: Примери 5GPPP пројеката са утицајем на живот у паметном граду

Додатно, Табела 3: Примери пројеката у оквиру иницијативе *Табела 3* приказује десет пројеката који су најављени у јануару 2024. године, у оквиру иницијативе „5G за паметне заједнице“, (енг. *5G for Smart Communities*) која је део *Connecting Europe Facility (CEF Digital)*<sup>4</sup> програма [156].

Пројекат	Циљ пројекта [156]
<i>5Genius (A Next-Generation Network for the University College of Ghent)</i>	Увођење 5G мреже и омогућавање иновативних услуга на Универзитету у Генту, у Белгији. Дизајниран је да одговори на растућу потребу за брзим повезивањем у кампусу и пружи најсавременије мрежне услуге студентима, истраживачима, <i>start-up</i> компанијама и осталим заинтересованим странама, као и да обезбеди инфраструктуру за даље иновације.
<i>5G-TERRA (5G infrastructure and services for public interest and social inclusion)</i>	Обезбеђивање висококвалитетне 5G конекције крајњим корисницима у удаљеним и слабо насељеним областима у Грчкој да би се омогућио лични и пословни раст, дигитализација јавне администрације и ефикасне, најсавременије здравствене услуге. Неки од претпостављених случајева примене су даљинска подршка неговатеља, екипе хитне помоћи или лекара у медицинским установама или употреба бежичних, ручних ултразвучних уређаја за скенирање целог тела и испоруку висококвалитетних слика.
<i>5G4LIVES (5G for a Better Tomorrow: Protecting Lives and the Environment in Riga and Turin)</i>	Унапређење јавне безбедности и заштите животне средине у две географске области. У Риги (Летонија), се планира употреба 5G мреже и беспилотних летелица за праћење и извођење спасилачких операција у тешко доступним областима. У Торину (Италија) планира се праћење ризика од природних катастрофа у реланом времену.
<i>Private 5G network O (Private 5G network for OYS to ensure medical non-disruption and form safe infrastructure for the next generation wireless healthcare solutionsp)</i>	Имплементација приватне 5G мреже у Универзитетској болници у Оулуу (Финска) како би се обезбедила употреба нове генерације носивих решења (енг. <i>wearables</i> ) која користе проширену или виртуалну реалност и намењена су здравственим радницима, нпр. у операционим салама.
<i>SmartPortPloce (Enhancing public services of Ploce Port Authority via implementing 5G connectivity)</i>	Успостављање конективности врхунских перформанси која ће дозволити прикупљање, обраду и аналитику велике количине података у циљу оптимизације и унапређења логистичких процеса у луци Плоче (Хрватска).
<i>5G Healthcare (5G in Healthcare – Northern Region PT)</i>	Омогућавање напредних услуга у здравству у области северне Португалије. Примери планираних услуга су 5G конекција у возилима хитне помоћи и хеликоптерима, обука медицинског особља уз помоћ видео преноса уживо и виртуалне/проширене стварности, даљинска подршка дијагностици и надгледању опоравка пацијената.
<i>5G.RURAL (5G for rural smart communities of tomorrow)</i>	Подршка руралним областима у Португалији са тренутним недостатком дигиталне инфраструктуре да уведу паметне услуге, пре свега у области здравства и просвете.
<i>5GMHI (5G Mobile Healthcare Innovative solutions)</i>	Добијање увида у могућности 5G технологије да одговори на потребе и побољша квалитет здравствене заштите у региону Стокхолма (Шведска). Примери планираних услуга су решења за хитне медицинске службе која користе 5G видео комуникацији, као и повезивање сензора болничких кревета и инфузионих пумпи.
<i>ED5GE (5G Edge Enabled Smart Communities for Green Transformation in the North Project)</i>	Омогућавање увођења напредних сервиса који користе могућности 5G мреже у четири паметне заједнице у Шведској. Планиране примене укључују побољшано управљање отпадом и рециклажом, управљање потрошњом енергије, оптимизацију коришћења ресурса, бољу контролу градског саобраћаја, прецизну пољопривреду, очување биодиверзитета.
<i>TUKE 5GSC (TUKE 5G Infrastructure for Smart Communities)</i>	Увођење приватне 5G мреже на Универзитету у Кошицама (Словачка) како би се подржао развој и тестирање случаја употребе из домена паметне логистике и паметног мерења потрошње енергије.

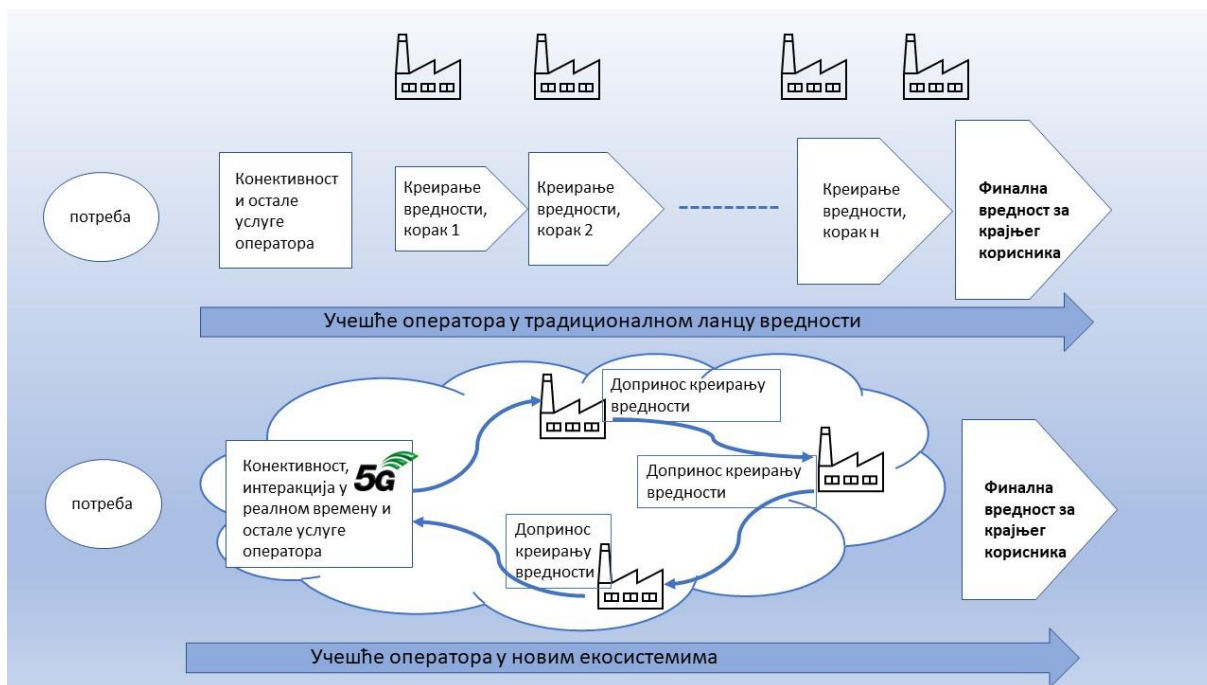
Табела 3: Примери пројеката у оквиру иницијативе „5G за паметне заједнице“

<sup>4</sup> Програм Европске уније намењен да подржи и убрза јавна и приватна улагања у дигиталну комуникациону инфраструктуру у периоду од 2021. до 2027. године, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/cef-digital>.

Сви набројани пројекти поред већ наведених циљева имају и амбицију да демонстрирају потенцијалне предности пете генерације мобилних мрежа и на тај начин стимулишу ширу примену у земљама Европе [156]. За тему ове дисертације, важно је поменути да су главни координатори неких од поменутих пројеката управо мобилни оператори (*Telia Sverige AB* у Шведској, *Slovak Telekom a.s.* у Словачкој) [156].

## 4.2 5G екосистеми

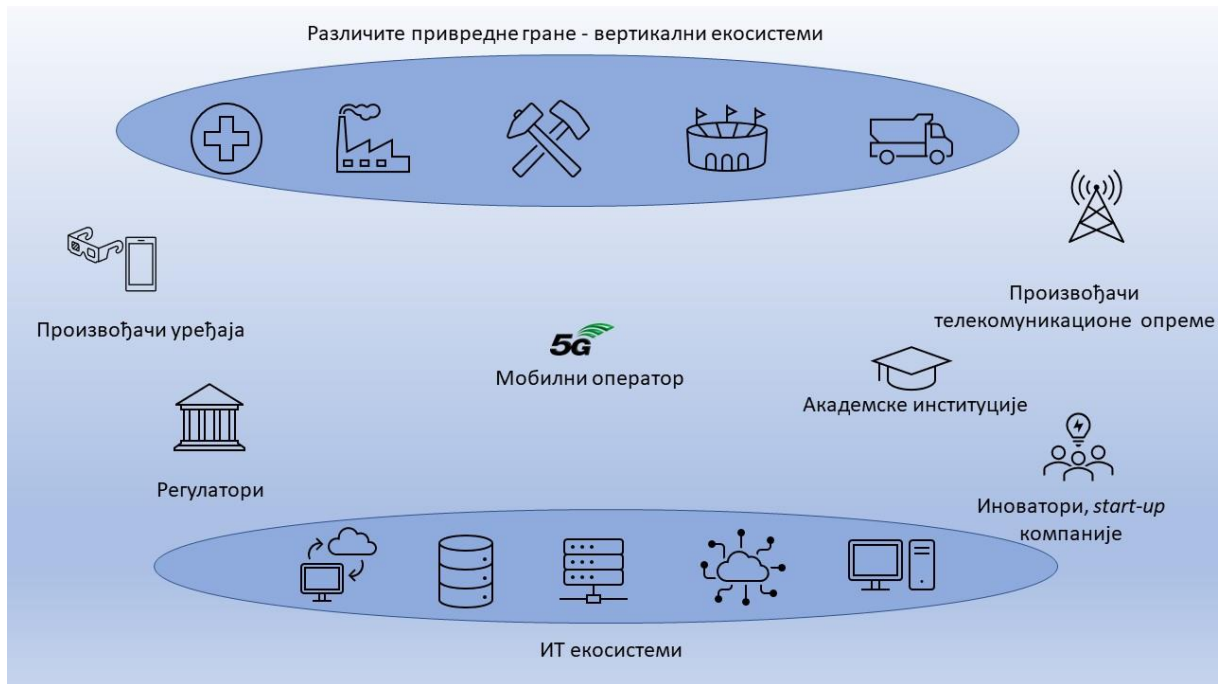
У претходним поглављима су већ поменуте технологије (нпр. интернет интелигентних уређаја) чији је развој, заједно са развојем мобилног интернета, отворио могућности за операторе да изађу из својих традиционалних улога и пронађу нове изворе прихода. То је захтевало редефинисање пословних стратегија многих оператора. Једна од од главних стратешких одлука коју је оператор требало да донесе, односила се на улогу коју ће преузети у ланцу вредности нових пословних прилика, од чега је зависио и потенцијал за монетизацију. Такође је поменуто да нове пословне прилике и иновације које омогућава 5G, захтевају и промену у начину на који се нове, иновативне услуге креирају и нуде тржишту. Због тога, за разлику од услуга које су разматране са ранијим генерацијама телекомуникационих мрежа, за иновативне 5G понуде није довољно само дефинисати улогу оператора у „ланцу вредности“. Пета генерација мобилних мрежа, од оператора захтева да донесе много комплекснију стратешку одлуку – да дефинише своју улогу у новим, сложеним 5G екосистемима [137].



Слика 16: Учешће оператора у креирању вредности за крајњег корисника (адаптирано из [137] )

4G екосистем је био веома хомоген и једноставан за разумевање. Ова једноставност се огледала у типу уређаја (паметни телефон), врсти повезивања (4G или WiFi), централизованим облацима (енг. *central cloud*) и заједничком моделу за дистрибуцију и монетизацију (кроз мобилне апликације) [157].

5G екосистем је много шири од тога, јер је еволуирао од пружања услуга корисницима паметних телефона до моћне иновацијске платформе која омогућава дигиталну трансформацију компанија и индустријских грана [157]. Поред тога, за 5G екосистем се може рећи да је је „екосистем екосистема“, јер нова генерација мобилних мрежа отвара могућности да се мобилни екосистем разноврсним везама повеже са суседним екосистемима, као што су ИТ и екосистеми различитих индустријских вертикала [157].



Слика 17: Комплексност окружења у којем настају 5G екосистеми (адаптирано из [157])

ИТ екосистем укључује рачунарство, складиштење података, безбедност, отворени код и градивне блокове софтверских апликација. Бежична конективност супериорних перформанси коју обезбеђује 5G, један је од кључних предуслова да би се обезбедила флексибилност и агилност којима се тежи у таквим екосистемима [157].

Додатно, веза између мобилног екосистема и различитих екосистема специфичних за поједине привредне гране постаје све значајнија. Индустијске вертикале се ослањају на поузданост, сигурност и перформансе мобилне мреже како би унапредиле у искуство својих корисника и побољшале ефикасност својих пословних процеса [157].

У једној од референтних индустријских публикација на ову тему [158], 5G IA<sup>5</sup> разлаже 5G екосистем на два слоја или подсистема, узимајући у обзир два аспекта. Један се односи на обезбеђивање предуслова за услугу у мобилној мрежи (енг. *network service provisioning aspect*), а други на коришћење те услуге у одговарајућем вертикалном сектору (енг. *vertical sector service consumption aspect*). Ово раздвајање има за циљ да поједностави дискусију на сваком нивоу скривајући сложеност својствену сваком од аспеката. У овом документу, као и другим 5G PPP<sup>6</sup>, односно 5G IA публикацијама [158], [159], на основу првог аспекта дефинишу се и основни процеси и активности у вези са пружањем 5G услуга, а онда и одговарајуће улоге неопходне за њихово извршавање.

Главну улогу у обезбеђивању предуслова за 5G услугу има провајдер услуге (енг. *Service Provider*), који је у директном контакту са корисницима услуге (енг. *Service Customers*). Провајдер услуге добија и оркестрира ресурсе од:

- Мрежних оператора (енг. *Network Operators*);
- Провајдера виртуализоване мрежне инфраструктуре (енг. *Virtualisation Infrastructure Service Providers*) и
- Провајдера услуга дата центра (енг. *Data Centre Service Providers*)

који се једним именом називају и провајдери инфраструктуре (енг. *Infrastructure Providers*) [158], [159].

Улога провајдера услуге у себи обухвата:

<sup>5</sup> 5G IA (5G Infrastructure Association, [www.5g-ia.eu](http://www.5g-ia.eu).) је део 5G PPP-а који представља приватни сектор, односно индустрију.

<sup>6</sup> 5G PPP (The 5G Infrastructure Public Private Partnership, [www.5g-ppp.eu](http://www.5g-ppp.eu)) је асоцијација која представља заједничку иницијативу Европске комисије и представника европске информационо-комуникационе индустрије.

- Улогу провајдера комуникационих сервиса, тј. традиционалних телекомуникационих услуга (енг. *Communication Service Provider*);
- Улогу провајдера дигиталних сервиса (енг. *Digital Service Provider*) који нуде напредне услуге различитим вертикалним сегментима;
- Улогу провајдера мрежног сегмента као услуге (енг. *Network Slice as a Service (NSaaS) Provider*) [158], [159].

Додатно, могу постојати и улоге агрегатора на различитим нивоима (тј. на нивоу услуга, мреже, инфраструктуре, дата центра) [158], [159].

Мобилни оператор је неоспорно кључни учесник овог дела 5G екосистема, али није нужно и једини. У зависности од техничких, организационих и економских фактора, мобилни оператор може неку од горе поменутих рола да препусти и другим актерима (нпр. улогу провајдера услуга дата центра). Са друге стране, а опет у зависности од техничких, организационих и економских фактора, мобилни оператор може да преузме неке од улога у делу 5G екосистема који се односи на коришћење услуге у вертикалном сектору (нпр. ако за одговарајућу активност има боље ресурсе него ИТ екосистем одговарајуће вертикале) [158].

Ако посматрамо стратегије за које оператор може да се одлучи у 5G екосистемима, можемо да издвојимо три основне групе [160] :

- Оператор који се фокусира на развој мреже (енг. *Network Developer*) и очекује повећање прихода од конективности, као основне услуге, било због повећаног коришћења или због могућности да се корисници претплате на одређени квалитет услуге (нпр. гарантовани проток);
- Оператор који некој трећој страни омогућава креирање нових 5G услуга (енг. *Service Enabler*) тако што јој излаже део својих функционалности и са њом дели приход;
- Оператор који ствара додатну вредност (енг. *Service Creator*) у партнерском екосистему насталом око нове 5G услуге [160] .

#### 4.3 Еволуција пословних модела оператора омогућена еволуцијом мобилних мрежа

Током година, понуде телекомуникационих оператора еволуирале су од говорних центара до пружања услуга широкопојасног преноса података. Развој 5G мрежа створио је могућност за креирање нових услуга, од којих неке укључују и примену имерзивних (енг. *immersive*) технологија, али истовремено, захтевају од телекомуникационих компанија да трансформишу постојеће начине интеракције са корисницима и комплетне пословне моделе [137].

Код претходне генерације (4G) оператори су заснивали пословне моделе првенствено на потреби корисника да им се омогући много већи капацитет и брзина за пренос података преко мобилне мреже. 5G мења начин на који се корисници укључују у дефинисање захтева који се односе на нове услуге, а то мења и позицију оператора који морају да ускладе своје стратешке планове за еволуцију мреже и портфолио услуга са очекивањима купаца [158].

У индустријским публикацијама које се баве пословањем мобилних оператора, а нарочито пословним потенцијалом 5G мрежа [15], [137], [160], [161], [162], [163], анализирају се 3 основна типа пословних модела:

- B2C, (енг. *Business to Consumer*), представља модел по ком оператор 5G услуге нуди крајњем кориснику, потрошачу. Овакви модели фокусирају се на коришћење могућности и карактеристика 5G мрежа за проширење и обогаћивање тренутне понуде оператора. Један од типичних примера је бежична алтернатива фиксном интернет приступу (енг. *Fixed-wireless access, FWA*). Други примери оваквих модела укључују и повезивање са партнерима, како би се крајњем кориснику испоручио жељени, често мултимедијални, садржај, уз обезбеђивање одговарајућег квалитета сервиса (енг. *quality of service, QoS*) или корисничког искуства (енг. *quality of experience, QoE*) [137], [160], [161], [162];
- B2B, (енг. *Business to Business*) је модел у којем оператор своје услуге пружа пословним корисницима. Још од иницијалних идеја о 5G мрежи, у овом домену је идентификован потенцијал, како за нове приходе оператора, тако и за дигиталну трансформацију различитих привредних

грана и четврту индустријску револуцију (енг. *Industry 4.0*) [13]. Слично као и у *B2C* моделу, *5G* отвара могућност да оператор сам унапреди свој постојећи портфолио услуга намењен предузећима и обезбеди им даљу дигитализацију њиховог пословања, тако што ће понудити конективност прилагођену специфичним потребама одређеног пословног корисника или изложити неке од виртуализованих мрежних функција (енг. *virtualized network function, VNF*). Друга опција подразумева да оператор пронађе партнере са којима може да креира и омогући напредне случајеве коришћења у пословним процесима својих корисника. То су нпр. случајеви примене који укључују виртуалну или проширену стварност (енг. *Virtual reality, VR, Augmented reality, AR*) [160], [161], [162], [163];

- *B2B2X*, (енг. *Business to Business to Any*) – у овом моделу, пословни корисници оператора добијају могућност да креирају своје производе и услуге и понуде их даље својим корисницима, ко год да су они [15], [162], [163], [164]. Истраживања међу водећим операторима показују да они очекују и до 60% нових прихода кроз овакве пословне моделе [161]. Флексибилност и контролабилност коју пружа *5G* мрежа омогућава операторима да као нову велепродајну услугу понуде платформу, која ће изложити функционалности неопходне њиховим клијентима да даље креирају своје производе и услуге. Оваква платформа мора да буде адаштибилна и скалабилна да би задовољила различите случајеве примене и различите клијенте. Поред тога, мора да обезбеди једноставан и сигуран процес пријављивања (енг. *onboarding*), обезбеђивања неопходних функционалности или мрежних ресурса (енг. *provisioning*) и финансијског поравнавања (енг. *settlement*). У оваквом моделу је од посебне важности да оператор обезбеди да су све регулаторне обавезе испуњене, нпр. заштита података о личности [162], [164].

#### 4.4 Иновације у домену монетизације и ценовне политике

Да би се разликовали од осталих играча на тржишту, оператори су претходних година бирали да граде своју конкурентску предност на основу атрактивних цена или на основу квалитета понуђених услуга [165]. У исто време, и телекомуникациона индустрија и научници бавили су се питањем утицаја различитих фактора на спремност крајњих корисника да плате за нове телеком услуге. Ту су се посебно издвојили квалитет услуге (енг. *Quality of Service, QoS*), који се изражава коришћењем мерљивих техничких параметара, одосно квалитет корисничког истуства (енг. *Quality of Experience, QoE*), који је заснован на субјективној перцепцији корисника. Различити оквири за одређивање цена који су до сада предлагани у литератури, узимају у обзир начин рада мреже, доступност мрежних ресурса, као и осетљивост и прилагодљивост корисника на промену цене услуге или деградацију квалитета услуге [166].

Као што је већ поменуто у претходним поглављима, развој Интернета паметних уређаја (*IoT*) је омогућио операторима да изађу из својих традиционалних улога. Поред мреже и обезбеђивања комуникације, оператори су могли да изаберу да понуде уређаје, платформу и складиштење података, као и управљање подацима и обраду података [167]. У прегледу литературе која се бави економском анализом и ценовном политиком применљивом на *IoT* комуникацију и прикупљање података [167], дата је следећа таксономија модела одређивања цена:

Модел одређивања цена засновани на економском концепту који укључују:

- Одређивање цене на основу трошкова (енг. *Cost pricing*);
- Одређивање цене по вредности за потрошача (енг. *Consumer perceived value pricing*);
- Модел понуде и потражње (енг. *Supply and demand model*) [167];
- Паметно одређивање цене преноса података (енг. *Smart data pricing*) [168];
- Цене опција (енг. *Option pricing*) [167].

Моделе цена засноване на оптимизацији где спадају:

- Теорија игара и аукције;
- Максимизација корисности;
- Проблем ранца (енг. *Knapsack problem*) [167].

У контексту ове дисертације важан аспект представља одређивање цена паметних услуга намењених резиденцијалним корисницима. У библиометријској анализи спроведеној у [169], аутори су закључили да

упркос растућем интересовању и значајном броју радова који се односе на различите теме повезане са паметним услугама, релевантни економски аспекти као што су стратегије одређивања цена нису често разматрани у литератури [169].

#### 4.5 Могућности за монетизацију у 5G мрежама

Прелазак са 4G на 5G у већини случајева представља вишегодишњу еволуцију. Сваки од корака у овој еволуцији омогућава побољшање постојећих и/или увођење нових случајева употребе [170]. Сходно томе, у случају понуда које користе само побољшање мрежних могућности које омогућава 5G, оператори примењују ценовне стратегије и моделе монетизације који су слични постојећим. У највећем броју случајева за побољшане понуде у домену мобилног интернета (енг. *Enhanced Mobile Broadband, Extreme Mobile Broadband, eMBB*) или IoT-а, оператори прилагођавају старе тарифне шеме.

Ово је потврђено у првим комерцијалним понудама намењеним резиденцијалном сегменту. Оператори су покушали да привуку кориснике применом различитих промена у постојећим ценовним стратегијама које се односе на мобилни интернет, нпр. [171]:

- Повећање и обима и/или брзина података у пакетима мобилног интернета, као и повећање одговарајућих цена (тј. стратегија „више за више“);
- Повећање обима података и/или брзине преноса података у постојећим плановима са највишим ценама (тзв. *premium* пакети), задржавајући постојећу цену како би се овим корисницима омогућило да искусе предности 5G;
- Задржавање константног обима података у постојећим пакетима, уз смањење њихове цене како би се подстакли корисници да испробају 5G [171].

Ове стратегије су показале већи или мањи успех у зависности од специфичности локалног тржишта. Међутим, 5G је много више од повећаног обима података или брзине мобилног интернета. Додатно, модели 5G монетизације морају да узму у обзир структуру трошкова у одређеним случајевима коришћења, као и понашање и ограничења која су карактеристична за циљну групу корисника. На пример, у неким од случајева примене који укључују повезивање аутомобила или праћење неких од његових карактеристика, потенцијално повезивање са пословним моделима ауто осигурања (који се већ заснивају на претплатама) може бити начин да се корисник убеди да и за нови сервис прихвати модел претплате [15].

Случајеви масовне комуникације машинског типа (енг. *Massive Machine-Type Communications, Massive Scale Communications, Massive IoT*) су они где трошкови представљају битан фактор за прихватање од стране корисника, јер је једна од основних претпоставки код ових сценарија могућност повезивања великог броја интелигентних уређаја по релативно ниској цени [15].

У случајевима где се захтева веома поуздана комуникација са веома малим кашњењем (енг. *Ultra-reliable and low latency communications, Critical Machine-Type Communications, C-MTC, URLLC*) цена представља мање важан фактор, односно већа је спремност корисника да плате за такве услуге. Ту је, међутим, кључни захтев да се обезбеди гарантовани квалитет сервиса и специфичне вредности параметара за тај сценарио, нпр. максимално дозвољено кашњење [15].

Повећање прихода оператора од сегмента резиденцијалних корисника, што је домен којим се бави овај рад, може доћи само од новог садржаја, апликација и услуга које омогућава 5G, као што су на пример апликације и услуге које укључују AR/VR [145], [171]. Поред спремности крајњег корисника да плати за те нове услуге, морају се узети у обзир нови модели пословања/монетизације и интеракције у новим екосистемима.

У овом контексту, кључна карактеристика 5G мреже, и један од главних циљева када је дизајнирана, јесте њена изузетна прилагодљивост различитим захтевима. Ова прилагодљивост се, као што је у претходном тексту наведено, постиже уз помоћ *network slicing* концепта [23], односно дефинисањем захтеваних логичких мрежа с краја на крај.

#### 4.5.1 *Network slicing* - Модели наплате

Да би се у потпуности искористио пословни потенцијал концепта логичке сегментације 5G мреже, потребно је преиспитати старе, постојеће пословне моделе и одговарајућа правила за наплату или поравнање (енг. *settlement*) са партнерима које оператори користе. *TM Forum* је идентификовао следеће моделе наплате које овај нови 5G концепт обезбеђује [23]:

- Модел заснован на ресурсима (енг. *Resource-Based Model*). Овај модел подразумева наплату на основу додељених ресурса (нпр. ресурси у *core* и радио мрежи, транспортни ресурси), без обзира на потрошњу. У типичном случају где је овакав модел применљив, корисник *slice*-а контролише ресурсе који су додељени за његову имплементацију, као и то ко и када може да користи *slice* [23];
- Модел заснован на потрошњи (енг. *Consumption-Based Model*). Ово је пример *As-a-Service Model*-а. За разлику од претходног, у овом моделу наплата је заснована на коришћењу ресурса (нпр. време током којег је *slice* био конфигуриран и активан или број корисника/уређаја који тај *slice* користе). У овом случају, логичка мрежа, односно енг. *network slice* је платформа коју оператор нуди као сервис, а користи је више потрошача (обично предузећа) [23];
- Модел заснован на вредности, односно перформансама (енг. *Value/Performance-Based Model*). У овом моделу наплаћује се вредност коју *slice* доноси потрошачу. Вредност се огледа у гаранцији да ће кориснику бити обезбеђен уговорени ниво сервиса (енг. *Service Level Agreement (SLA)*) или као допринос којим *slice* учествује у услузи која се нуди крајњем кориснику [23];
- Модел заснован на способностима (енг. *Capability Based Model*). У овом случају, пословним корисницима, односно предузећима се нуди могућност да сами управљају *network slice* конфигурацијом [23].

Коначни сценарио за тарифирање и наплату може бити један или комбинација више модела наведених изнад. Поред тога, у једном случају коришћења може бити употребљен један или више *slices*-ова [23].

Додатно, 5G мрежа отвара могућности за повезивање свега са свим, од људи до ствари, што ће довести до генерисања огромне количине података. Монетизација тих података могла би да представља нови, значајан извор прихода за операторе. Најнапреднији међу њима тренутно истражују како, ослањајући се на *blockchain* технологију, могу да уновче велику количину прикупљених података [12], [15].

Већина нових случајева коришћења које омогућава 5G подразумева да оператор мора да уђе у партнерство са различитим трећим странама. У новим екосистемима, оператори могу да понуде моћну бежичну комуникациону инфраструктуру која омогућава другима да уведу различите иновације у своје пословање, а затим да деле приход са њима. Поред повезаности, оператори могу на контролисан начин да изложе и наплате партнерима и друге функционалности своје мреже, као и да монетизују друга решења која већ имају у својој организацији (нпр. *IoT* платформа) [12], [172].

#### 4.5.2 Утицај на решења за обрачун и наплату

Нова генерација мобилних мрежа захтева и еволуцију решења за подршку пословним процесима оператора, пре свега решења за обрачун и наплату (енг. *Billing and Charging*). Ажурирана *3GPP 5G Core* архитектура дефинише нове захтеве, од којих најважнији укључује увођење нове функције за наплату у 5G мрежама (енг. *5G Charging Function, CHF*) [173], [174]. Нови стандард такође замењује претходне интерфејсе за наплату засноване на *Diameter* протоколу новим интерфејсом под називом *Service Based Interface (SBI)* који се заснива на *REST*<sup>7</sup>-у. Ове велике промене имају утицаја не само на системе наплате у реалном времену (онлајн), већ и на процесе као што су обрада података о саобраћају (енг. *Call Data Records, CDRs processing*), периодични обрачуни (енг. *billing*) усаглашавање и наплата роминага (енг. *roaming reconciliation and charging*), осигурање прихода (енг. *revenue assurance*) [170], [172].

---

<sup>7</sup> *REST*, акроним од енглеског термина *REpresentational State Transfer*, представља стил у архитектури софтвера.

Промене у архитектури, промене у пословним моделима, као и комплексне интеракције са другим учесницима у новим екосистемима, изискују промене и унапређења решења за обрачун и наплату, од којих су најважније сумиране у следећој табели.

Функционалности које су неопходне оператору за 5G монетизацију [160], [170]	
На решењима за наплату у реалном времену (енг. <i>charging</i> ):	На решењима за периодични обрачун (енг. <i>billing</i> ):
<p>Подршка за нове тачке које су могући окидачи за онлајн наплату (енг. <i>new charging trigger points</i>)</p> <p>Наплата нових комуникационих услуга које се базирају на IoT-у</p> <p>Управљање животним циклусом претплате на решењу за наплату за случај масивног IoT-а</p> <p>Нови модели наплате (енг. <i>charging models</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Наплата са више страна (енг. <i>Multiparty charging</i>);</li> <li>• Наплата у хијерархијским структурама (енг. <i>charging in hierarchies</i>);</li> <li>• Наплата у име неког другог (енг. <i>charging on behalf of</i>);</li> <li>• Наплата услуга које нису телекомуникационе (енг. <i>Non-telco service charge</i>).</li> </ul>	<p>Управљање животним циклусом претплате на решењу за периодични обрачун за случај масивног IoT-а</p> <p>Нови модели за периодични обрачун (енг. <i>billing models</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обрачун за више укључених страна (енг. <i>Multiparty billing</i>);</li> <li>• Обрачун у име неког другог (енг. <i>billing on behalf of</i>);</li> <li>• Подела прихода (енг. <i>revenue sharing</i>).</li> </ul> <p>Поравнање са IoT партнерима (енг. <i>IoT partner settlements</i>) [160].</p>

Табела 4: Нови захтеви за решења које оператор користи за обрачун и наплату (енг. *Billing and Charging*)

Поред тога, нова или унапређена решења за онлајн наплату и периодичан обрачун требало би да буду у стању да подрже нове параметре специфичне за 5G, као што је *Network Slice Selection ID (NSSID)* [23], [170].

## 5 Учешће мобилних оператора и грађана у развоју нових паметних заједница

### 5.1 Оператор као носилац нових екосистема у паметним заједницама

У претходним поглављима је већ поменуто учешће мобилних оператора у досадашњим имплементацијама паметних градова, као и очекивања од будућег ангажовања и пословних прилика које се отварају применом пете генерације мобилних мрежа и омогућавањем различитих сценарија за масовну *IoT* и критичну *IoT* комуникацију.

Иако су првенствено оријентисани на то да обезбеде напредну и поуздану информационо комуникациону инфраструктуру, мобилни оператори и цела телекомуникациона индустрија су такође препознали да је за успех нове генерације паметних градова или паметног друштва, потребно више од обезбеђивања напредне технологије. У манифесту ТМ форума [175] наводи се следеће:

„Делимо заједничку жељу да побољшамо квалитет живота људи и планете, ближе повежемо локалне заједнице, и нудимо нову економску агенду за локалне самоуправе коришћењем дигиталних платформи. Верујемо да технологија сама по себи неће решити изазове са којима се суочавају градови широм света. Верујемо да нам је потребан заједнички оквир за сарадњу између становника, јавног и приватног сектора да би се постигао жељени исход одрживости, инклузије и циљаних иновација које доносе корист градовима и њиховим становницима“ [175].

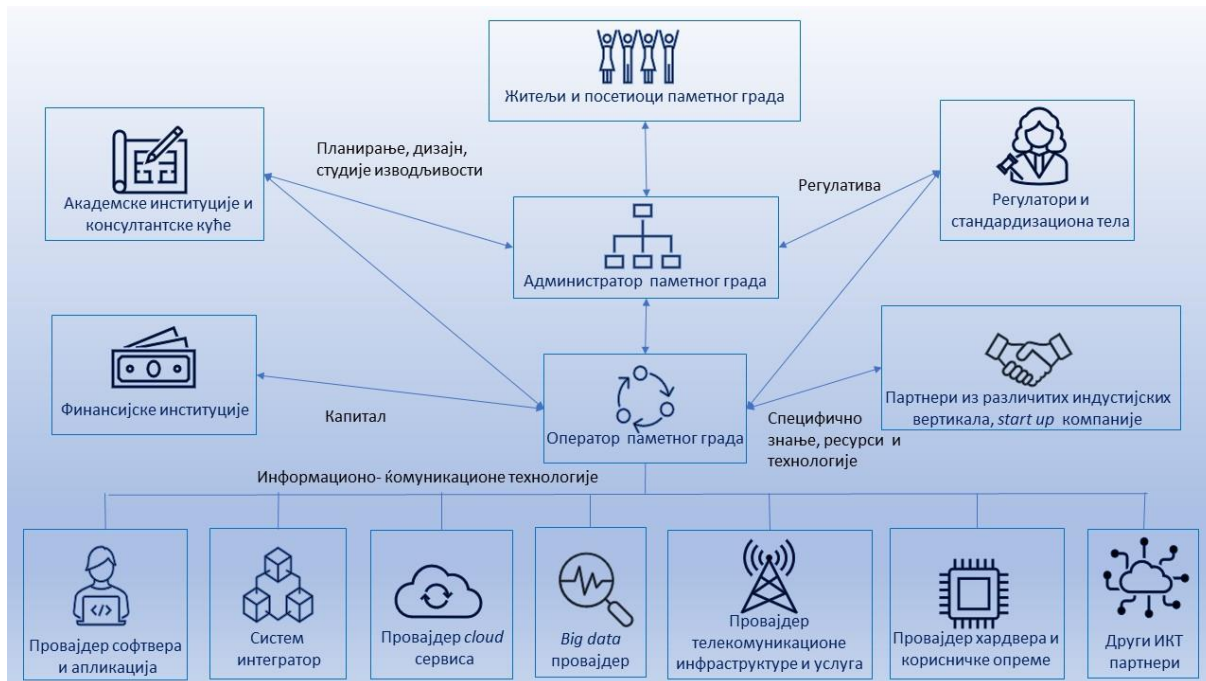
Једна од водећих индустријских асоцијација, *GSMA*, обезбеђује скуп ресурса и сарађује са мобилним операторима, владама и градским већима како би се договорили о заједничком приступу у развоју паметних градова који ће донети стварну и дугорочну корист предузећима и грађанима [10].

ТМ Форум је такође у оквиру својих програма обезбедио различите смернице, инспирисане добром праксом из света телекомуникација и дигиталне трансформације мобилних оператора, за подршку даљем развоју екосистема паметног града. Тако је модел зрелости и мерила успешности паметног града (енг. *Smart City Maturity and Benchmark Model*) ТМ Форум-а дизајниран тако да обухвати кључне аспекте у трансформацији града [11]. Омогућава брзу процену у пет кључних димензија: лидерство и управљање, ангажовање заинтересованих страна и фокус грађана, ефикасна употреба података, интегрисана информационо-комуникациона инфраструктура и постојећи нивои „памети“. Такође има за циљ да помогне граду и свим релевантним заинтересованим странама да поставе јасне циљеве за трансформацију у периоду од две до пет година [11]. Мапа операција паметног града (енг. *Smart City Operations Map*) ТМ Форум-а описује и категорише кључне пословне процесе у паметном граду [19]. Овај документ предлаже оперативни оквир паметног града за тржишну стратегију, управљање корисницима, производима, услугама и ресурсима током пословног животног циклуса [19].

Кроз неколико пројеката под окриљем *Catalyst* програма ТМ Форума истражује се и тестира идеја града као платформе (енг. *city as a platform*) и релевантног вишестраног пословног модела за учеснике у екосистему паметног града, међу којима је и мобилни оператор [176].

Паметни градови и заједнице новије генерације представљају сложене екосистеме са бројним учесницима из приватног и јавног сектора како је већ дискутовано и илустровано у претходном тексту (поглавље 2.3.3, *Слика 7*) и комплексним интеракцијама између њих. *Слика 18* показује упрошћену мрежу односа и трансакција између кључних заинтересованих страна у паметном граду (енг. *key stakeholders*). У различитим окружењима (нпр. у зависности од земље и одговарајућег законског оквира, расположивости инфраструктуре, компетције учесника, итд.) интеракције између заинтересованих страна које у оваквим екосистемима сарађују и развијају се заједно, могу се значајно разликовати. У сваком случају можемо да издвојимо улоге администратора и оператора паметног града.

Улогу администратора најчешће преузимају локалне, градске власти или њихови представници. Као промотер и лидер паметног града, локалне власти су одговорне за планирање, организовање и координацију развоја паметног града [19]. Са друге стране, улога оператора паметног града укључује обезбеђивање и интеграцију свих неопходних ресурса за функционисање и развој паметног града, изградњу екосистема који ће понудити паметне услуге и оперативно управљање таквим екосистемом [19].



Слика 18: Мрежа односа између учесника у екосистему паметног града (адаптирано из [19])

Поред очигледне улоге да понуди напредну 5G комуникациону инфраструктуру, могуће је да мобилни оператор, у зависности од ресурса, знања и искуства које поседује, делимично или у потпуности преузме и улоге других ИКТ провајдера (нпр. у области *big data*). Поред технолошког потенцијала, важно је нагласити потенцијал који мобилни оператор има да самостално или у партнерству са неким, преузме улогу оператора паметног града или заједнице, односно носиоца одговарајућег екосистема. Оно што мобилног оператора квалификује за ову улогу, тј. представља његове главне предности у односу на друге учеснике је следеће [177]:

- Велико искуство стечено кроз изградњу, одржавање и управљање националном комуникационом инфраструктуром, поштовање стандарда и строгих захтева по питању расположивости услуга, поузданости, заштите података и слично;
- Велики број обучених професионалаца који могу да понуде свеобухватне професионалне услуге (од инсталације корисничке опреме до контакт-центра) 24/7;
- Искуство у раду са различитим индустријским вертикалама, као и са индивидуалним крајњим корисницима.

## 5.2 Улога података у развоју паметних заједница

Поред саме комуникационе инфраструктуре коју може да обезбеди оператор, суштинску улогу у реализацији и унапређењу паметних градова имају и подаци. Огромна количина података генерисаних интегрисаним решењем за паметне градове и грађанима, и значајни увиди изведени из њега, требало би да буду основа за будуће одлуке и даља унапређења градског живота. Даље, заједничка архитектура, усклађени модели података и одрживи план управљања подацима су међу кључним предусловима за интероперабилност и репликацију решења паметних градова [60], [178], [179].

У већ поменутом извештају о степену развоја паметних градова широм света из 2022. године [35], наглашава се важност отворених података. У претходном периоду „отварање података“ је служило првенствено да се повећа транспарентност одлука градске владе, односно заштити јавни интерес. Сада се, међутим, ови подаци и њихова доступност посматрају као један од главних ресурса који треба да обезбеди иновације, односно преглед нових сервиса који ће подстаћи економски раст или допринети развоју друштва [35].

Поред података који долазе из мобилне мреже и од претплатника, мобилни оператор може да понуди прикупљање, уношење, агрегирање и обраду података који долазе из различитих сензора и уређаја,

заједно са релевантним контекстуалним подацима [180], [181]. У паметном градском екосистему оператор може да делује као неко ко прикупља и обезбеђује податке, као посредник или чак да послује на тржишту података (енг. *data marketplace*). Да би подстакла мобилне операторе да сарађују са широм индустријом, GSM асоцијација је подржала развој низа хармонизованих *IoT* модела података кроз пројекат *GSMA IoT Big Data Ecosystem* [182]. Тренутно развијени модели повезани су са следећим индустријским вертикалама: пољопривреда, аутомобилска индустрија, животна средина, индустрија, паметни град и паметна кућа [183].

Подаци који се односе на паметни град или су у њему генерисани подлежу различитим регулаторним и законодавним правилима. Предност мобилних оператора је што у у овој области, а нарочито у контексту приватности података, имају доста претходног искуства [184].

Ако жели да буде посредник или да учествује на тржишту података, оператор мора да обезбеди не само прикупљање, већ и одговарајућу припрему података. Овај сценарио захтева улагање у алате за прихватање велике количине података (енг. *data ingestion*), агрегацију и обраду, као и улагање у инфраструктуру која омогућава учешће на тржиштима података [185]. Понуда оператора на тржишту података била би конкурентнија уколико би уместо података понудили већ генерисане увиде. Истовремено, то значи и веће улагање како у технологију / алате, тако и у људске вештине и компетенције повезане са напредном аналитиком, вештачком интелигенцијом и машинским учењем [127].

### 5.3 Предуслови за одрживе пословне моделе у новим екосистемима паметних заједница

При дизајнирању новог паметног пословног екосистема, нема генеричког приступа који ће бити применљив у свим случајевима. Међутим, постоји добра пракса и смернице које би требало размотрити, а онда прилагодити конкретним стратешким приоритетима мобилног оператора и захтевима тржишта. Снага и успех екосистема, па самим тим и успех и одрживост пословног модела, зависе од нивоа интеракције међу учесницима и вредности створене за људе, организације и ентитете од којих се екосистем састоји.

Одрживи предлог вредности (енг. *sustainable value proposition*) увек се гради комбиновањем три међусобно повезана сета активности: генерисање вредности за мрежу учесника, решавање проблема одрживости и развој производа/услуге која се бави овим проблемом тако што узима у обзир становишта свих заинтересованих страна [51].

Пословни модел и пословни екосистем у случају паметних градова су уско повезани и ослањају се један на другог, па је неопходно да и њихово дизајнирање буде урађено кроз више итерација које анализирају и уважавају те међузависности.

Једна од метода која може да помогне операторима је да поред сопственог, пробају да дизајнирају и пословне моделе за сваку од кључних заинтересованих страна, јер ће им то пружити другачији увид на сегменте корисника, предлог вредности, модел прихода и канале за сваког актера, а самим тим обезбедити и кључне улазне податке за ефикасно моделирање новог пословног екосистема [186].

Такође, за дизајнирање успешног и одрживог екосистема корисно је да се кроз више итерација провери:

- Да ли екосистем подржава пословне моделе за кључне актере?
- Постоје ли неке везе које недостају?
- Да ли ће екосистем обезбедити стварање и размену одрживе вредности за учеснике?
- Да ли је екосистем прилагодљив променама на тржишту?
- Да ли је екосистем у складу са укупном стратегијом учесника? [186]

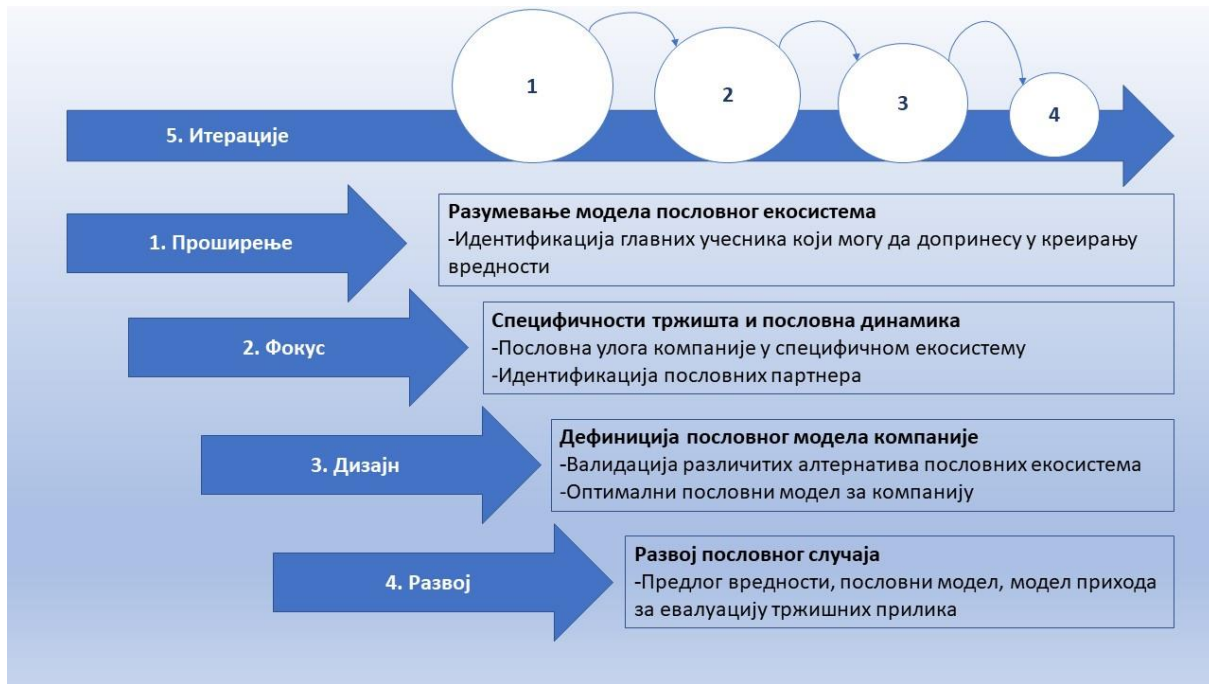
Успешан екосистем и пословни модел могуће је изградити само на поузданим информацијама или потврђеним претпоставкама о тржишту, конкурентима, потенцијалним купцима и постојећим екосистемима. За операторе који започињу процес идентификације заинтересованих страна за учешће у новом екосистему паметног града, битно је размотрити и њихово позиционирање у односу на вертикале којима припадају, као и њихово евентуално учешће у другим екосистемима пошто то може да допринесе у креирању нове вредности, побољшању корисничког искуства или идентификовању нових пословних могућности [187].

Нови екосистеми које формирају и у које улазе мобилни оператори не морају обавезно да представљају велику и суштинску промену у односу на постојеће пословање. Напротив, то могу да буду и постепене, инкременталне промене, као што је приказано на слици у наставку. Оно што је битно је да нови екосистем генерише нову вредност која је већа него збир вредности које би генерисли појединачни учесници [137]



Слика 19: Сарадња у новим пословним екосистемима, (адаптирано из [137] )

У публикацији која се бави пословним екосистемима који се заснивају на петој генерацији мобилних мрежа [137], операторима се предлаже пет основних корака у процесу моделирања, као што је илустровано на слици у наставку. И овде је наглашена неопходност итеративног приступа (итерације су представљене као посебан корак), и прилагођења и оптимизације пословног модела и екосистема на основу увида добијених кроз поновљену евалуацију. Предложени кораци за моделирање пословних екосистема и одговарајућих пословних модела су произашли из искустава у бројним 5GPPP пројектима, а са циљем да обезбеде одрживо пословање за операторе у тим новим екосистемима и формулисање понуде вредности за коју ће крајњи корисници бити заинтересовани [137].



Слика 20: Моделирање пословног екосистема (адаптирано из [137] )

Ова дисертација разматра могућности да се мобилни оператор укључи у екосистеме паметних стамбених заједница или паметних градова, а кључни актери у њима су грађани. Због тога се следећа два поглавља односе на њихове потребе, као и факторе који могу да утичу на њихово прихватање нових услуга јер су то битни аспекти које оператор треба да размотри при креирању нових екосистема и нових пословних модела.

## 5.4 Потребне становништва у урбаним срединама

Потребне, навике и преференце становништва које живи у урбаним срединама мењале су се последњих година, под утицајем различитих друштвено-економских и технолошких промена. Велика студија [188] коју је *Ericsson Consumer & Industry Lab* спровео у периоду од октобра 2020. до јануара 2021. године међу учесницима из 31 земље, бавила се тиме да ли је и како ковид 19 пандемија утицала на корисничко искуство и њихове навике у свакодневном животу и како испитаници предвиђају да ће изгледати нова урбана реалност у блиској будућности, тј. у 2025. години. Ова студија је потврдила да је пандемија изазвала значајну промену у свакодневним активностима, убрзала дигитализацију, али и повећала очекивања од информационо-комуникационих технологија у блиској будућности. Без обзира на разлике у мишљењу испитаника које су узроковане местом у којем живе (тј. државом или величином града) или генерацијском припадношћу, постоје неке заједничке тачке. Један од генералних закључака је да испитаници очекују да ће у будуће задовољавати више својих потреба, а посебно рутинских активности коришћењем различитих онлајн услуга или коришћењем могућности које пружа напредна комуникациона инфраструктура [188]. Истовремено са повећаним очекивањима од различитих дигиталних услуга и погодностима које оне доносе, расте и забринутост за приватност и безбедност у њиховом коришћењу [188].

Из перспективе појединачног становника или домаћинства у урбаном подручју, главне потребе се могу груписати на следећи начин [188], [189], [190]:

- Дигитална инфраструктура за рад и образовање на даљину;
- Приступ информацијама и забави;
- Друштвени контакти;
- Здравље и благостање;

- Мобилност и транспорт;
- Кућни живот – укључујући и заштиту и безбедност, свакодневне кућне активности, куповину и потрошњу [188], [189], [190].

## 5.5 Спремност грађана да прихвате нове технологије

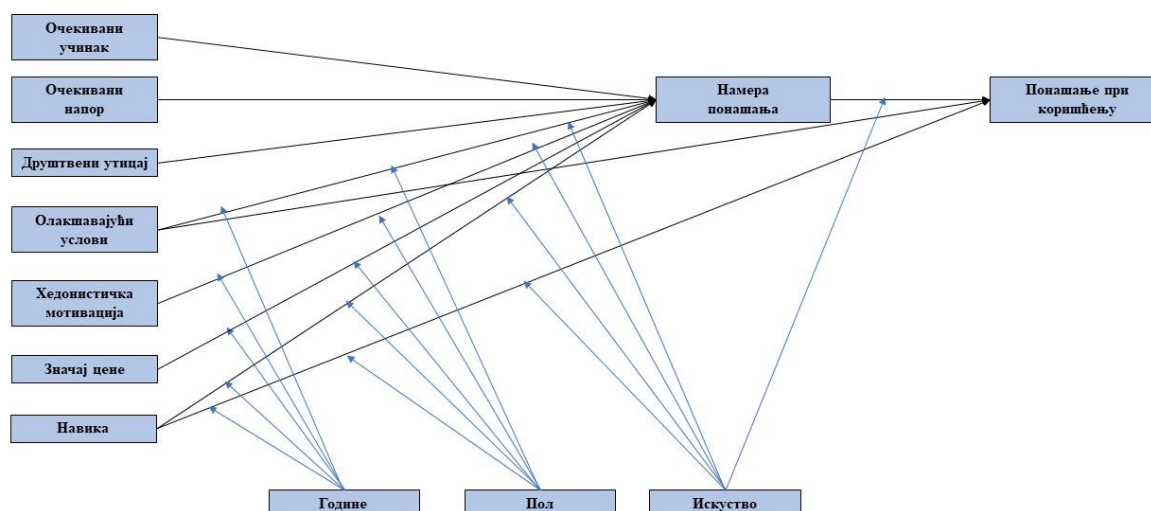
Код увођења иновација важно је да се истражи на које начине људи разумеју изазове са којима се сви суочавамо, као и психолошке, социолошке и друге баријере које постоје у вези са прихватањем тих иновација. Пошто се овај рад бави иновативним сервисима који се ослањају на 5G, битно је узети у разматрање и чињеницу да паралелно са све већим очекивањима од нове генерације мобилних мрежа постоји и негативна кампања усмерена против ње, раширена углавном по различитим друштвеним мрежама. Студија коју је спровео *IPSOS* међу испитаницима из 21 европске земље током 2020. године [191] бавила се управо ставом који људи имају према 5G мрежи и мишљењем о широко распрострањеним митовима о 5G. Резултати су показали да однос позитивног/негативног у општем ставу према 5G технологији доста варира између земаља у Европи. Позитиван став је у јакој корелацији са добрим нивоом информисаности о могућностима 5G мреже и чешћи је међу млађом популацијом [191]. За овај рад значајан је и резултат перцепције испитаника о важности 5G за различита подручја употребе. Док је већина њих сматрала да ће 5G бити важан за компаније/пословање (85%) и развој иновација (87%), у мањем проценту су били уверени да ће то постати важно за њихов свакодневни живот (67%) [191].

Друга студија [192] која је интересантна у контексту овог рада, спроведена је од априла до јула 2022. године, (тј. након истраживања спроведеног у експерименталном делу овог рада) и у њој су спроведени онлајн интервјуи са 49.100 крајњих корисника. Испитаници одабрани за ову студију су представници популације између 15 и 69 година са 37 различитих тржишта (различитих земаља), која укупно имају 1,7 милијарди корисника, од чега 430 милиона 5G корисника. У време када су обављени интервјуи, 5G је комерцијално био доступан на 34 од 37 тржишта обухваћених овом студијом. Резултати овог истраживања показали су кључне трендове на овим тржиштима, као и дали неке смернице како провајдери комуникационих услуга могу да одговоре на очекивања раних корисника, али и да подстакну даље усвајање 5G. Од увида који су значајни за предмет овог рада, издвајају се [192]:

- Очекивање новог, богатијег корисничког искуства које обезбеђује 5G. 40% раних корисника је навело је да су се одлучили за 5G због обећаних иновативних услуга и нових уређаја;
- Повећано коришћење дигиталних услуга у односу на 4G кориснике. Ово се првенствено односи на услуге које укључују проширену стварност (енг. *Augmented Reality, AR*) или унапређене видео сервисе (*HD/4K multi-view video, 360-degree video*). Рани 5G корисници проводе у просеку 2 сата недељно више у коришћењу AR апликација од 4G корисника на истим тржиштима и доста су активнији у истраживању нових, тзв. метаверзум (*metaverse*) могућности које нуди. Испитаници који користе 5G изразили су и очекивања да ће до 2025. године време проведено у праћењу видео садржаја уз помоћ мобилних уређаја порастати за 2 додатна сата, од чега ће већи део бити на наочарима које обезбеђују мешовиту реалност (енг. *Mixed Reality, MR*), а не на паметном телефону [192].

## 5.6 Прихватање нових технологија – преглед литературе

Спремност корисника да усвоје нове технологије и фактори који на њих утичу били су значајна тема у многим академским радовима. Јединствена теорија прихватања и употребе технологије (енг. *The unified theory of acceptance and use of technology, UTAUT*) [193] наглашава важност четири критична аспекта који утичу на усвајање: Очекивани учинак (енг. *Performance expectancy*), Очекивани напор (енг. *Effort expectancy*), Друштвени утицај (енг. *Social influence*) и Олакшавајући услови (енг. *Facilitating conditions*). Касније је *Venkatesh* [194] обогатио модел увођењем три додатна фактора – Хедонистичка мотивација (енг. *Hedonic motivation*), Значај цене (енг. *Price value*) и Навика (енг. *Habits*) – које треба узети у обзир за понашање крајњих корисника. Ова проширена теорија, *UTAUT2* [194] данас се нашироко користи као основа за процену намере појединца да користи нову технологију и за идентификовање кључних фактора који утичу на њено прихватање и усвајање [195].



Слика 21: UTAUT2 модел (адаптирано из [194] )

Широка примена UTAUT2 модела резултирала је бројним предлозима за његово проширење, у одређеним контекстима, укључујући и паметни град [195]. На пример, у [196] се разматра на који начин допринос града и грађана може утицати на усвајање решења јавне безбедности у паметном граду, а у [197] аутори предлажу нове факторе за прихватање услуга паметне владе, који могу имати позитиван (Перципирано поверење у владу, Перципирано поверење у технологију, Перципирана компатибилност и Информисаност) или негативан утицај (Перципирани трошкови и Перципирани ризик) на став крајњег корисника [197].

Yeh, [198] сматра да концепт иновације има позитиван утицај на прихватање и коришћење услуга паметних градова заснованих на информационо-комуникационим технологијама, док иновативност грађана има позитиван модеративни ефекат [198]. У опсежној библиометријској анализи, Malchenko [199] је идентификовала различите факторе, који према постојећој литератури могу утицати на намеру људи да усвоје решења која се нуде у оквиру паметних градова. Листа у наставку сумира најважније од њих [199]:

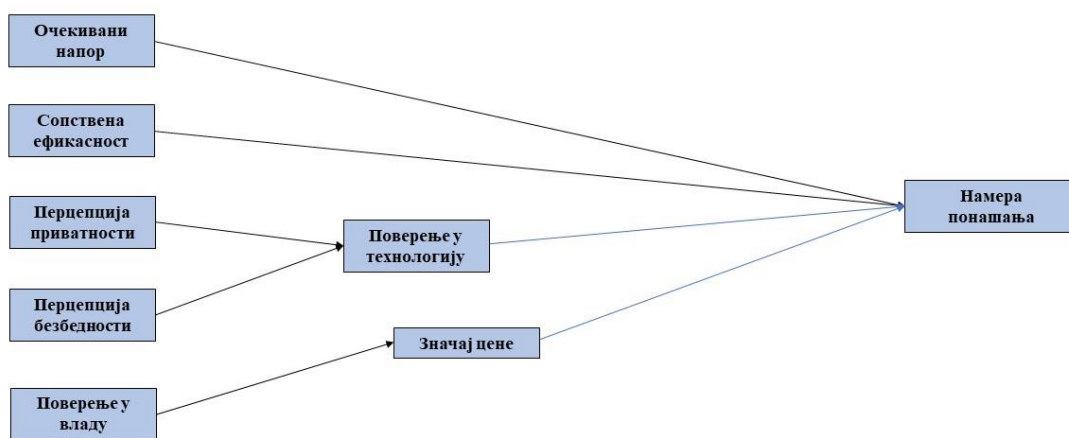
- Мотивација, дигиталне вештине и компетенције,
- Приватност;
- Посвећеност, однос према граду, учешће у животу града;
- Став, субјективне норме, перципирана контрола понашања;
- Претходно искуство;
- Очекивана или перципирана лакоћа употребе, квалитет и корист;
- Уживање и атрактивност везани за ново решење;
- Иновативност и став према ризику;
- Поверење грађана;
- Старост, пол, радни статус и образовање [199] .

За ову дисертацију је посебно значајан модел прихватања који су Habib et al развили и приказали у студији из 2019. године [200]. Ова студија је међу првима које су покушале емпиријски да одреде који параметри највише утичу на намеру становника и јавних службеника да користе услуге паметног града. Аутори су развили модел усвајања код заинтересованих страна у паметним градовима (енг. *Smart Cities Stakeholders Adoption Model, SSA*) [200], базиран на проширеној теорији прихватања и употребе технологије, (UTAUT2) и тестирали га међу становницима једног америчког града. По овом моделу на

намеравано понашање, а посебно на одлуку о усвајању технологија паметних градова, утичу следећи фактори [200]:

- Очекивани напор (енг. *Effort expectancy*);
- Сопствена ефикасност (енг. *Self-efficacy*);
- Перцепција приватности (енг. *Perceived privacy*);
- Перцепција безбедности (енг. *Perceived security*);
- Поверење у технологију (енг. *Trust in technology*);
- Значај цене (енг. *Price value*);
- Поверење у Владу (енг. *Trust in government*), где је Влада главни носилац таквог екосистема [200].

Додатно, у SSA моделу Перцепција приватности и Перцепција безбедности утичу на Поверење у технологију. Слично, Поверење у Владу је у корелацији са променљивом Значај цене [200].



Слика 22: SSA модел (адаптирано из [200] )

## 5.7 Улога програма лојалности у спремности корисника да прихвате нове технологије

Да би повећале стопу прихватања нових производа или технологија, компаније се често okreћу програмима лојалности као једном од доказаних решења. Паметни градови, посебно, почињу да схватају предности програма лојалности и настоје да их имплементирају као интегрални део нових екосистема који се формирају. У том контексту онда, програми лојалности нису само подстицај за прихватање нових производа или нове технологије, већ могу бити искоришћени и као мотивација за трајну промену понашања и навика крајњих корисника. У оквиру припрема за истраживање које је део овог рада, анализирана је новија научна и стручна литература која се бави различитим могућностима за примену програма лојалности.

Тако у [113] аутори предлажу платформу која нуди различите подстицаје, као што су награде или признања, грађанима који пристају да прилагоде своје шеме мобилности, односно своје навике у вези са кретањем кроз град и средствима превоза која користе, како би помогли да се у граду успостави одрживи саобраћај (енг. *sustainable transportation*). Други примери предлажу системе у којима локалне заједнице мотивишу грађане да учествују у пројектима масовног прикупљања података путем сензора или различитих интелигентних уређаја (енг. *crowdsensing projects*) тако што им плаћају одређени износ, у зависности од утрошеног времена или количине прикупљених података [114].

Осим теоријских радова, постоји и значајан број практичних имплементација, или пилот пројеката у којима се користе различити програми награђивања и лојалности како би се стимулисала и убрзала промена понашања грађана, али и оних који имају за циљ да грађане едукују о разлозима за такву промену. Области примене су различите, од дељења е-бицикала [201], и већ поменутих промена навика у локалном превозу [202], до подстицаја за провођење више времена у локалним парковима и на зеленим површинама [203], односно стимулација за куповину локалних производа [204]. Иако ови практични примери нису директно повезани са усвајањем нове технологије, они пружају неке значајне увиде у преференце корисника којима су овакви програми намењени. У свим примерима се за интеракцију са корисницима користи мобилна апликација, у неким случајевима се додају и елементи гејмификације како би се повећало ангажовање, нарочито млађе популације корисника [201]. Још један од занимљивих увида из скорашњих имплементација програма лојалности је да неки од њих, поред директне користи (нпр. награде у готовини или новчаним еквивалентима као што су бесплатни минути, карте за различите догађаје, итд.), нуде учесницима у програму и могућност да донирају своје награде заједници [203].

Мада се програми лојалности могу реализовати уз помоћ различитих пословних пракси и различитих технологија, последњих година постају све популарнији програми лојалности засновани на *blockchain* технологији. Ова популарност је углавном због чињенице да *blockchain* технологија има уграђене механизме транспарентности што олакшава поверење како између пружаоца услуга и програма лојалности и корисника, тако и између самих корисника који могу слободно да тргују својим поенима лојалности. Други разлог је везан за употребу паметних уговора (енг. *smart contracts*) како би се омогућили сложени случајеви употребе и олакшала ручна и аутоматска трговина поенима лојалности [108], [109]. Ослањајући се на транспарентност и паметне уговоре, овакви програми лојалности могу успешно да адресирају проблеме приватности и поверења појединачних корисника, а то су аспекти који постају све релевантнији за нову генерацију корисника. Међу бројним могућностима употребе *blockchain* технологија у домену паметних градова и паметних окружења, академски радови су идентификовали различите програме лојалности у областима као што су туризам, дељење возила, плаћања итд. [111], [205], или у ширем контексту, могућност за платформу лојалности која би омогућила програм лојалности заснован на међусобној сарадњи (енг. *collaborative loyalty program*), и повезивању различитих компанија, организација у оквиру паметног града, огана градске или државне управе и крајњих корисника у јединствену мрежу [206].

## 6 Развој пословног модела мобилног оператора базираног на 5G сервисима намењеним паметним стамбеним заједницама

У овом делу рада, обрађене су две нове услуге које оператор може да понуди стамбеним заједницама, са освртом на одговарајуће пословне моделе и нове екосистеме које таква понуда захтева. Полазећи од тога да би основна понуда мобилног оператора стамбеној заједници, базирана на могућностима 5G мреже, укључивала фиксни бежични приступ (енг. *fixed wireless access, FWA*), односно широкопојасни мобилни интернет (енг. *enchanted mobile broadband*), разматрани су други сервиси које би већ успостављена мобилна инфраструктура могла да подржи, а који би задовољили потребе грађана или им понудили неку додатну вредност.

Заједничко за предложене услуге и сценарије описане у наставку је да адресирају одговорну потрошњу, што је и један од циљева одрживог развоја Уједињених нација (циљ број 12) [3], [9].

### 6.1 Предлог 5G сервиса – Оптимална куповина намирница

Први предложени сервис бави се куповином намирница, што је неизоставна активност у сваком домаћинству. Упркос бројним опцијама за куповину путем интернета, постојеће алтернативе и даље у потпуности зависе од људских захтева, тако да време испоруке и наручена количина можда нису оптимални. Додатно, постојећи обрасци набавке често доводе до залиха, а затим и до расипања хране, било у домаћинствима или у продавницама, због истека рока важења.

Основна замисао је да се куповина покрене аутоматски када је количина намирница (нпр. јаја, млеко и млечни производи испод унапред дефинисаног прага, као и да се омогући наручивање и куповина само оне хране која је заиста потребна и која ће бити употребљена.

Ова идеја није нова, помиње се и на сајту Владе Јапана посвећеном концепту друштва 5.0 (енг. *Society 5.0*) [6], али се у овом раду детаљно анализира имплементација овог сценарија из угла мобилног оператора, као и његова улога у екосистему креираном око овог сценарија.

Сценарио који се разматра у овом раду подразумева да ће у оквиру стамбене заједнице домаћинства имати паметне оставе. Паметна остава представља простор за смештање и чување намирница, који се налази уз основну стамбену јединицу, нпр. на истом спрату, али има посебан улаз како би се смањио безбедносни ризик. У зависности од преференци власника станова или власника зграде, ове оставе могу имати и раскладне уређаје или само полице за смештај робе са релативно једноставним сензорима који ће контролисати количину намирница.

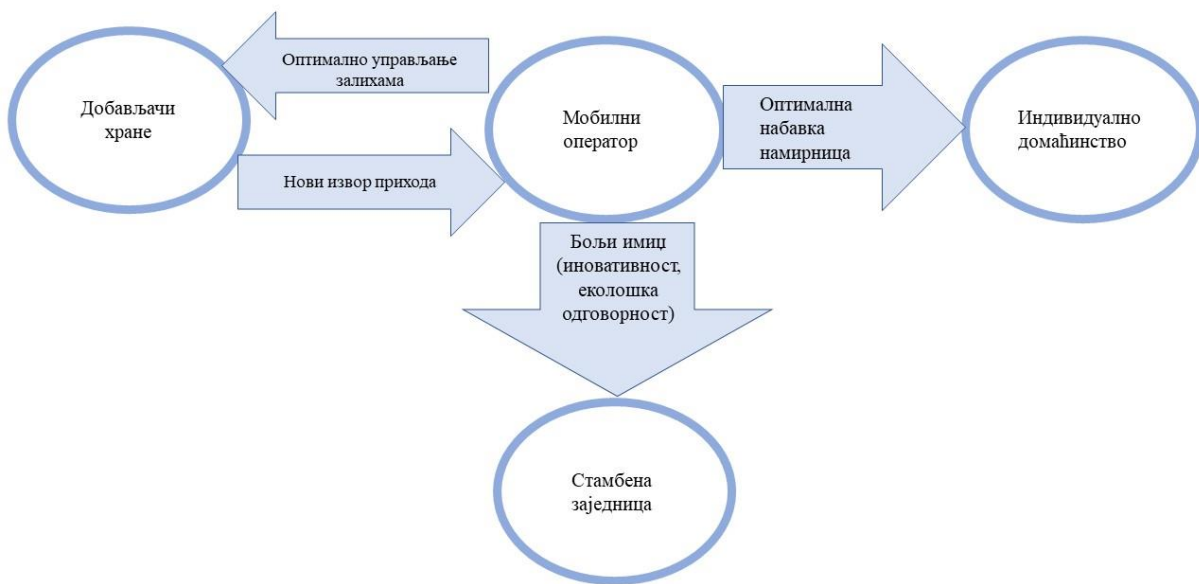
Иако би овакви сензори могли да користе различите бежичне комуникационе технологије овде се подразумева коришћење мобилне мреже пете генерације, првенствено због великог броја повезаних уређаја, не само у овом случају примене, већ уопште на простору који припада тој стамбеној заједници.

Додатно, предложени сценарио може даље да еволуира ка комплекснијим и софистициранијим случајевима примене за који је 5G инфраструктура неопходна.

#### 6.1.1 *Smart living* екосистем и одговарајући пословни модел

Како је идентификована потреба грађана да се олакша и оптимизује процес набавке и куповине намирница, као додатни актери који би имали интереса да учествују у оваквом сценарију идентификовани су добављачи хране (нпр. малопродајни ланци) и сама стамбена заједница.

Слика 23 у наставку даје упрошћен приказ предлога вредности.



Слика 23: Предлог вредности за учеснике у екосистему који захтева сервис број 1

У наставку је, уз помоћ *SC-BMC* оквира [25] дат приказ пословног модела у овом екосистему (Слика 24). Предложени сценарио посматра оператора као носиоца екосистема, па је то одсликано и у приказу пословног модела где је оператор кључни учесник.

Smart City - Business Model Canvas				
Кључни учесници - Key Actors	Кључне активности - Key Activities	Предлог вредности - Value Proposition	Везе између актера - Actor Relationships	Корисници мреже - Network Beneficiaries
<p>1. Мобилни оператор</p> <p>2. Домаћинства - крајњи корисници</p> <p>3. Добављачи хране - малопродајни ланци</p> <p>4. Паметна стамбена заједница</p>	<p>Имплементација паметних остава (сензори и надзор)</p> <p>Развој или прилагођење ИоТ платформе и мобилне апликације</p> <p>Обезбеђивање 5Г комуникационе инфраструктуре</p> <p>Интеграција са OSS/BSS системима оператора</p> <p>Правна подршка -уговорни оквир за овакав модел</p> <p>Брендираније и маркетинг</p>	<p><u>За домаћинства:</u> Погодан и сигуран начин куповине намирница</p> <p><u>За ланац снабдевања храном:</u> Поједностављење процеса, смањења залиха, минимизирање отпада</p> <p><u>За стамбену заједницу:</u> Иновативна, друштвено и еколошки одговорна услуга, која позитивно утиче на имиџ заједнице</p>	<p>Проширење/ојачавање постојећих односа оператора са резиденцијалним и пословним (производња и продаја хране) сегментима корисника</p>	<p>Домаћинства и стамбена заједница</p> <p>Ланац снабдевања храном</p> <p>Друштво</p>
<p><b>Понуде кључних актера - Key Actors Offerings</b></p> <p>Оператор:Услуга која обезбеђује оптималну куповину; Наплата у име добављача намирница; маркетинг и бригаа о купцима</p> <p>Добављачи хране: Оптимална кућна достава</p> <p>Стамбена заједница: Паметна остава</p>	<p><b>Кључни ресурси и инфраструктура - Key Resources and Infrastructure</b></p> <p>Сензори и опрема за видео надзор</p> <p>5Г комуникациона инфраструктура (<i>dedicated mw slice</i>)</p> <p>ИоТ платформа</p> <p>OSS/ BSS системи</p> <p>Људски ресурси оператора</p> <p>Бренд и придружено поверење</p>	<p><b>Подаци - Data</b></p> <p>Подаци о потрошњи намирница у паметној стамбеној заједници</p> <p>Подаци о перформансама различитих добављача хране</p>	<p><b>Канали примене - Deployment Channels</b></p> <p>Икоришћење постојећих канала за комуникацију оператора са корисницима</p> <p>Постојећа мобилна апликација или веб апликације оператора обogaћене подацима и опцијама контроле у вези са потрошњом енергије, преференцама домаћинства за учешће у оваквом моделу и сагласношћу за дељење података</p> <p>Обавештења крајњег корисника путем изабране апликације за размену порука</p>	
<p><b>Буџетски трошкови -Перспектива оператора Budget Cost</b></p> <p>Сензори и надзорна и безбедносна инфраструктура</p> <p>Развој/прилагођавање ИоТ платформе и мобилне апликације</p> <p>OSS/BSS адаптације и интеграције</p>		<p><b>Приходи - Перспектива оператора - Revenue Streams</b></p> <p>Приход од нове понуде за домаћинства</p> <p>Приход од података продатих трећој страни</p> <p>Потенцијал за додатне приходе из будуће сарадње са добављачима хране (нпр. мониторингање њихових залиха)</p>		
<p><b>Утицаји на животну средину - Environmental Impacts</b></p> <p>Смањење неразградивог амбалажног материјала у отпаду</p> <p>Смањење CO2 емисије због смањеног броја одлазака у индивидуалне куповине</p>		<p><b>Утицаји на друштво - Social Impacts</b></p> <p>Одговорна потрошња (<i>UN SDG 12</i>)</p> <p>Олакшавање свакодневног живота старијим особама и особама са смањеном покретљивошћу</p> <p>Отворени подаци за одговорну производњу хране</p>		

Слика 24: Пословни модел за сервис број 1 приказан коришћењем SC-BMC оквира

## 6.1.2 Улога мобилног оператора

Обезбеђивање комуникационе инфраструктуре за повезивање сензора базиране на 5G мрежи представља основу за изградњу комплетног екосистема. Поред ове очигледне улоге, предложени сценарио подразумева да ће бити искоришћени други технолошки и организациони потенцијали оператора.

**Сензори:** Оператори већ имају организацију и процесе који подржавају набавку различитих уређаја, као и њихово увезивање са основном понудом крајњим корисницима (енг. „bundling“). Са порастом фокуса на *IoT* пословање, неки су већ успоставили партнерства која им омогућавају развој сензора прилагођених њиховим специфичним захтевима. Поред тога, има и запослене обучене за инсталацију уређаја код крајњих корисника, који могу да инсталирају и мрежу сензора неопходних за овај сценарио.

IoT платформа: Овај сценарио подразумева да ће оператор обезбедити и решење за управљање уређајима (сензорима), прикупљање података и контролисан приступ истим, као и контролисано излагање интерфејса и информација ка различитим партнерима.

Мобилна апликација и остали канали за комуникацију са крајњим корисницима: Један од важних ресурса које оператор може да понуди у овом сценарију су постојећи канали за интеракцију са крајњим корисницима, укључујући и постојеће људске и технолошке ресурсе за бригу о корисницима.

Узимајући у обзир комуникационе преференце миленијалаца и пост-миленијалаца [207], као већинске популације од које се очекује да ће бити заинтересована за живот у паметним стамбеним заједницама или да ће значајно утицати да се за то заинтересују старији чланови њихових породица, мобилна апликација је предвиђена као главни канал за интеракцију са крајњим корисницима. Поред могућности да дефинишу своје преференце по питању набавке намирница, корисници у апликацији морају да имају могућност да добију и потпуну информацију о потрошњи, као и о томе ко је и када приступао њиховој паметној остави.

Апликација мора да омогући и давање и повлачење сагласности по питању даљег дељења података који се односе на одређено домаћинство, односно корисника.

Како је основна идеја да се задовоље потребе становника, апликација мора да пружи могућност крајњим корисницима да дају повратну информацију и утичу на унапређење сервиса, како кроз евалуацију постојећих добављача и предлоге нових, тако и кроз сугестије за проширење понуде.

Заштита приступа и приватност: Ово су два битна аспекта за прихватање сервиса од стране крајњих корисника. Оператори који су већ почели са увођењем и применом *blockchain* инфраструктуре за своје интерне потребе, могу, уз одређене адаптације, да понуде и решење за неоспорну евиденцију о томе ко је и када приступао паметној остави као и подацима који се односе на одређено домаћинство. Додатно, оператор може да обезбеди и видео надзор паметних остава, као додатни сервис за који ће бити заинтересована нека домаћинства.

Обједињена наплата: Полазећи од намере да крајњем кориснику олакша и поједностави процес куповине основних намирница, оператор може да понуди наплату ове услуге заједно са осталим услугама из свог портфолија. Ово пружа могућност оператору да комбинује подстицаје из различитих понуда (енг. *cross-incentive*), те да нпр. као стимулацију или бонус корисницима ове услуге, понуди бесплатне минуте или бесплатан интернет саобраћај.

Репутација и поверење: Оператор по природи свог пословања има приступ различитим личним и приватним информацијама својих корисника. Чак и пре законске регулативе по питању заштите података (енг. *General Data Protection Regulation, GDPR* [208] и слични закони), пословни процеси оператора и организациона култура укључивали су висок степен заштите ових података. То је додатно побољшано последњих година увођењем нових технолошких решења и организационих мера [184]. Резултат је висок степен поверења које корисници имају у оператора када је у питању руковање њиховим личним подацима, [209] што је значајна вредност коју оператор уноси у овај екосистем.

### 6.1.3 Остали учесници у екосистему и релације међу њима

Грађани нису само пасивни корисници, већ и активни учесници у овом екосистему. Поред евалуације добављача и предлога за унапређење и даљи развој сервиса и проширење понуде, њихова улога може да обухвати и промоцију услуге и помоћ другим корисницима у коришћењу мобилне апликације или разумевању напредних опција (пример: старији корисници). Додатни допринос развоју оваквог екосистема, грађани дају кроз дозволу за приступ подацима о њиховој потрошњи и прехранбеним навикама.

Предложени модел подразумева учешће једног или више добављача хране, као и саме стамбене заједнице.

Добављачи хране у овом моделу креирају заједничку понуду са мобилним оператором. То отвара могућности да и добављачи хране, заједно са операторима учествују у подстицајима које је могуће понудити крајњим корисницима. Са друге стране, за оператора је ово прилика да се боље упозна са пословним процесима и изазовима у прехранбеном сектору и прошири сарадњу са добављачима хране тако што ће им понудити неки од нових услуга прилагођених њиховим потребама (нпр. *IoT* услуге за мониторингање залиха или услова у магацинима).

За стамбену заједницу оваква услуга представља прилику да покаже иновативност и друштвену одговорност. Истовремено сарадња са мобилним оператором, уз зависности од интереса станара, може да буде проширена на различите начине (нпр. увођењем услуга као што је паметан надзор станова или проширењем функционалности мобилне апликације да подржи друге активности станара у вези са стамбеном заједницом, као што су плаћање обавеза, гласање, подношење различитих предлога и слично).

## 6.2 Предлог 5G сервиса – Одговорна потрошња електричне енергије

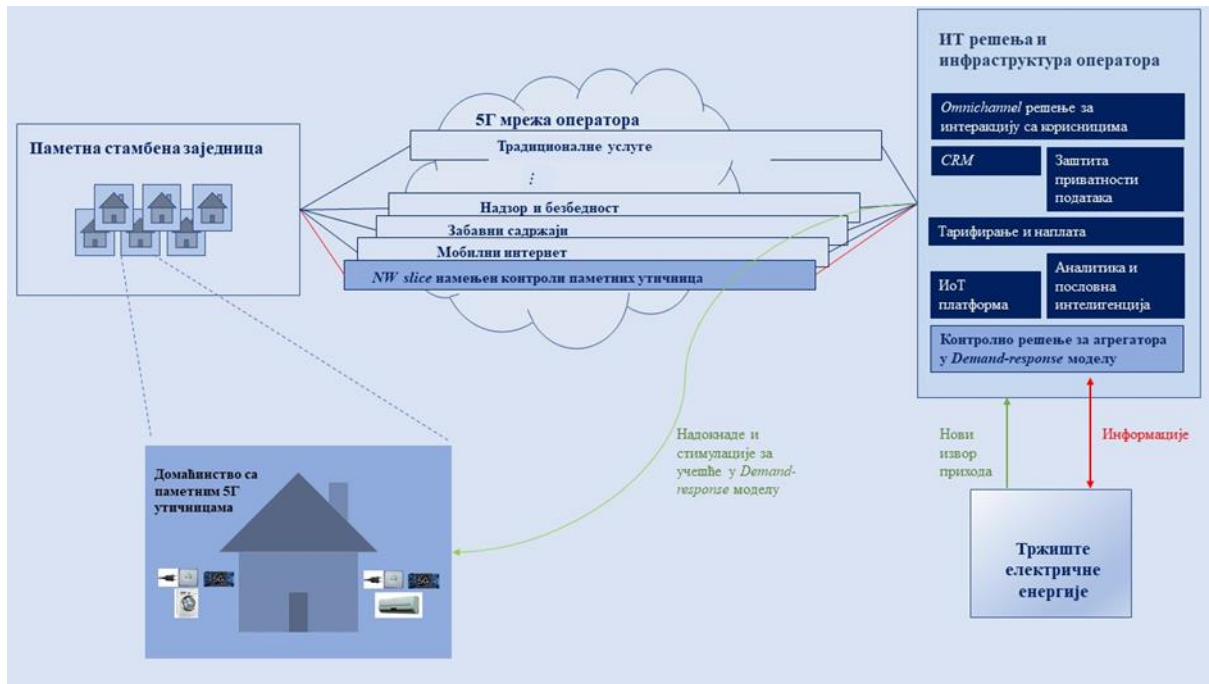
Друга услуга разматрана у овом раду односи се на одговорну потрошњу електричне енергије. У овом случају мобилни оператор пружа домаћинствима у паметној стамбеној заједници могућност учешћа на балансном тржишту електричне енергије. Овај сценарио се заснива на систему за дистрибуирану контролу уређаја за домаћинство омогућену употребом паметних утичница [210], [211] и на специфичном *demand-response* моделу који су Раденковић et al. развили узимајући у обзир тренутно стање енергетске мреже у Србији, као и правила учешћа на српском тржишту балансне енергије, али се може лако прилагодити и другим контекстима [210], [211]. Исти аутори објаснили су и како предложени приступ доприноси стабилности мреже и обновљивој енергији.

У *demand-response* моделу, управљање потрошњом енергије врши се манипулацијом појединачним оптерећењима, у облику укључивања или искључивања потрошачких апарата, како би се осигурала стабилна енергетска мрежа [211], [212]. На пример, ако мрежа захтева мање оптерећење, изабрани број потрошачких клима уређаја у паметној стамбеној заједници може се искључити на кратко. Када постоји довољно велики број учесника оваквог модела, „непријатност“ или умањење комфора изазвано овим акцијама може се расподелити по домаћинствима.

По питању инфраструктуре коју захтева овакав модел, најлашки приступ би био да се, тако где постоји, искористи постојећа *smart metering* инфраструктура. Како то још увек није случај у многим земљама, аутори у [213] предлажу решење базирано на релативно јефтиним *IoT* уређајима и паметним утичницама (енг. *smart plugs*) којим се омогућава претварање кућних апарата у уређаје способне за учешће у *demand-response* моделу. Повезивање паметних утичница је могуће коришћењем различитих технологија. У овом раду претпоставка је да ће се за то користити 5G.

Доста научних и стручних радова бавило се могућим применама 5G мреже у контексту 'smart grid' сервиса. Специфично за *demand-response* модел [214], предности 5G мреже у односу на друге комуникационе технологије су:

- Способност да подржи велику густину повезаних уређаја (огroman број флексибилних оптерећења);
- Велике брзине и мало кашњење за функцију даљинског управљања;
- Робусни механизми сигурности за заштиту приватности потрошача;
- Висока поузданост;
- Мала потрошња енергије 5G уређаја [214].

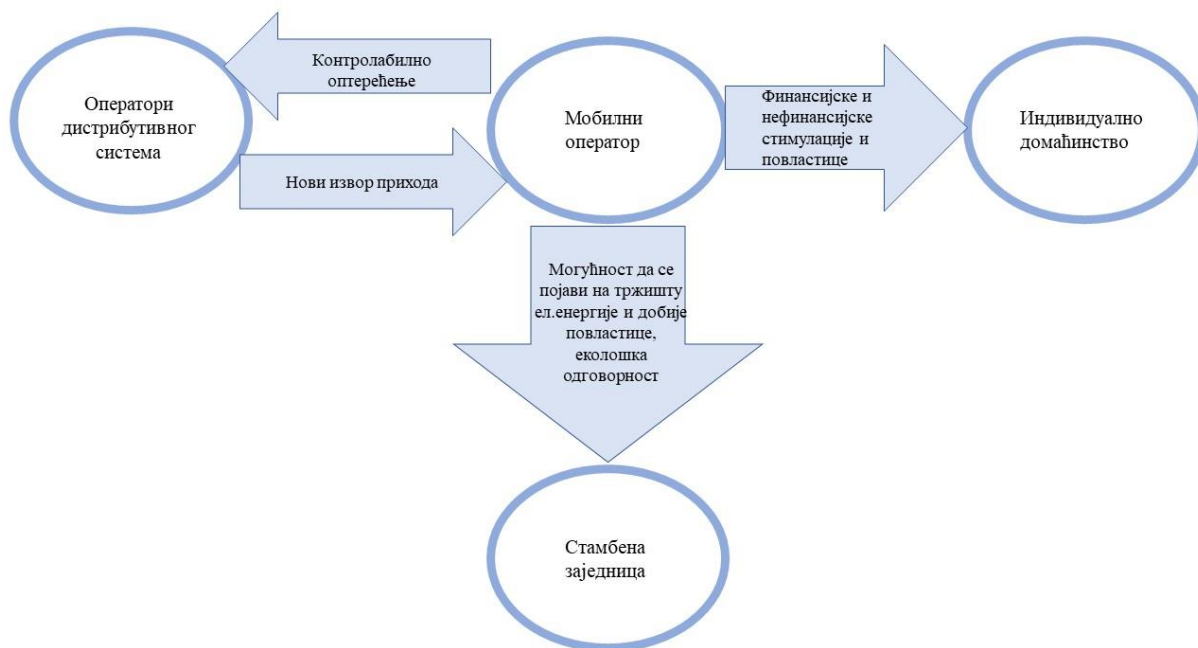


Слика 25: Илустрација предложеног сценарија (адаптирано из [215])

### 6.2.1 Smart living екосистем и одговарајући пословни модел

Развој *demand-response* сервиса је сложен задатак, како у пословном тако и у инфраструктурном погледу. Потребан је добро дефинисан пословни модел како би се осигурале добробити свих учесника, као и усклађеност са прописима. Пословни модел који је постао индустријски стандард за *demand-response* је агрегатор, чије активности, поред осталог укључују мерење, прорачуне, наплату и компензацију крајњим корисницима, али и комуникацију са осталим ентитетима на електроенергетском тржишту [211]. Накнада, односно компензација за учешће крајњим корисницима се може извршити кроз финансијске стимулације или различите нефинансијске подстицаје. Модел компензације свакако треба да буде укључен у пословни модел агрегатора [210].

Овај рад разматра сценарио у коме мобилни оператор поред тога што обезбеђује комуникациону инфраструктуру, преузима и улогу агрегатора и обезбеђује стамбеној заједници да се појави као учесник на балансном тржишту енергије, а индивидуалним домаћинствима да остваре одговарајуће материјалне и друге погодности.



Слика 26: Предлог вредности за учеснике у екосистему који захтева сервис број 2

Предуслов за екосистем и пословни модел који се разматра у наставку рада је доступност и прихватљива цена 5G компатибилних контролера за реализацију паметних утичница. Како се број уређаја који подржавају 5G повећава [216], реално је очекивање да ће овај предуслов бити испуњен пре комерцијалног покретања 5G мреже у Србији.

Пословни модел који је представљен на наредној слици (Слика 27) је прво мапирање и процена могућности оператора да понуди овакву услугу и свакако је потребно да се додатно прилагоди кроз интеракције са другим актерима у екосистему.

Smart City - Business Model Canvas				
<b>Кључни учесници - Key Actors</b> 1. Мобилни оператор 2. Домаћинства -крајњи корисници 3. Оператори дистрибутивног система (енг. <i>DSOs</i> ) 4. Паметна стамбена заједница	<b>Кључне активности - Key Activities</b> Развој агрегаторске платформе Обезбеђивање 5G комуникационе инфраструктуре Интеграција са <i>OSS/BSS</i> системима оператора Правна подршка -уговорни оквир за овакав модел Брендирање и маркетинг	<b>Предлог вредности - Value Proposition</b> За домаћинства: Погодан начин за продају ел. енергије / стицање користи и повластица За тржиште енергије: Контролабино оптерећење За све : Потпуна транспарентност /проверљивост информација о потрошњи	<b>Везе између актера - Actor Relationships</b> Проширење/ојачавање постојећих односа оператора са резиденцијалним и пословним (енергетски сектор) сегментима корисника	<b>Корисници мреже - Network Beneficiaries</b> Домаћинства и стамбена заједница Тржиште ел. енергије Друштво
<b>Понуде кључних актера - Key Actors Offerings</b> Оператор: Агрегиране информације о потрошњи и резерве ел. енергије Домаћинства: умањење потрошње индивидуалних апарата <b>Операције заједничког стварања - Key Actors Co-creation Operations</b> Оператор и домаћинства: заједничка понуда на тржишту ел. енергије Оператор и <i>DSO</i> : Наплата за другог (Billing on behalf)	<b>Кључни ресурси и инфраструктура - Key Resources and Infrastructure</b> Паметне утичнице 5G комуникациона инфраструктура ( <i>dedicated nw slice</i> ) HW и SW за агрегаторску платформу <i>OSS/ BSS</i> системи Људски ресурси оператора Бренд и придружено поверење	<b>Подаци - Data</b> Подаци о потрошњи енергије у паметној стамбеној заједници Подаци о учешћу домаћинства паметној стамбеној заједници	<b>Канали примене - Deployment Channels</b> Икоришћење постојећих канала за комуникацију оператора са корисницима Постојећа мобилна апликација или веб апликације оператора обogaћене подацима и опцијама контроле у вези са потрошњом енергије, преференцама домаћинства за учешће у оваквом моделу и сагласношћу за дељење података Обавештења крајњег корисника путем изабране апликације за размену порука	
<b>Буџетски трошкови -Перспектива оператора Budget Cost</b> Развој и имплементација агрегаторске платформе Развој паметних утичница		<b>Приходи - Перспектива оператора - Revenue Streams</b> Приход са тржишта електричне енергије Приход од података продатих трећој страни (нпр. произвођачима кућних апарата) Потенцијал за додатне приходе из будуће сарадње са енергетским сектором (нпр. надзор дистрибутивне мреже уз помоћ 5G дрона)		
<b>Утицаји на животну средину - Environmental Impacts</b> Подршка зеленој енергији Подршка заштити животне средине		<b>Утицаји на друштво - Social Impacts</b> Могућност за домаћинства да поправе материјалну ситуацију Отворени подаци за планирање у новим паметним стамбеним заједницама/паметним градовима		

Слика 27: Пословни модел за сервис број 2 приказан коришћењем SC-BMC оквира

## 6.2.2 Улога мобилног оператора

Предности оператора који преузима улогу агрегатора у оваквом моделу укључују следеће:

**База претплатника.** Оператор већ има постојеће уговоре са крајњим корисницима (домаћинства у паметним стамбеним заједницама), па се ово може сматрати додатном понудом.

**Људски ресурси.** Предложени сценарио претпоставља да оператор може да обавља све активности агрегатора ослањајући се на постојећу радну снагу. Ово укључује постојеће ресурсе у секторима за маркетинг и корисничку подршку, као и особље задужено за постављање опреме у просторијама корисника. С обзиром на природу модела, искуство у одређивању цена и наплати за посебне сценарије у телекомуникацијама (нпр. динамички попусти) може се вишеструко користити. У зависности од других случајева коришћења *5G/IoT*-а у портфолију оператора, можда ће бити потребна еволуција организационе структуре, пословних процеса и компетенција запослених .

**Поверење и приватност.** С обзиром на то да агрегатор има приступ кућним апаратима, поверење је још једна предност коју мобилни оператори имају у односу на друге организације, уз аргументе који су наведени и у првом сценарију.

Интеракција са корисницима. У оваквом моделу приступ захтевала би од оператора да прошири своју постојећу веб и мобилну апликацију како би омогућио:

- Лак и транспарентан начин на који се корисници могу пријавити за учешће у оваквом моделу и дати или опозвати сагласност за даљу обраду података у вези са њиховом употребом енергије;
- Информације/извештаје који се односе на потрошњу и учешће сваког уређаја;
- Механизме нотификације крајњих корисника када се одговарајући апарати укључе/искључе.

Главна улагање које очекује оператора у оваквом сценарију односи се на развој паметних утичних и агрегаторске платформе. Изводљивост имплементације на одређеном тржишту треба пажљиво проверити и извршити детаљну анализу трошкова и користи пре него што се оператор одлучи да преузме овај ангажман.

## 6.3 Креирање вредности

### 6.3.1 Вредност и подстицаји за грађане

Основна вредност која се кроз први сценарио нуди грађанима је поједностављена и оптимална куповина намирница. Додатна вредност може бити креирана обогаћивањем података о намирницама који се нуде кроз мобилну апликацију, и персонализованим препорукама за рецепте, уз комбинацију са одговарајућим видео садржајем, узимајући у обзир претходно подељене податке о нпр. здравственом стању, алергијама, тренутној и жељеној тежини и слично, а подстицаји за учешће могу бити изражени кроз различите производе или услуге других учесника екосистема: бесплатни интернет саобраћај (оператор), бесплатне намирнице (добављач хране), право на коришћење заједничког земљишта за урбано баштованство (енг. *urban gardening*) (стамбена заједница).

У другом сценарију, улога агрегатора подразумева да би део зараде остварен на балансном тржишту требало да се користи за надокнаду крајњим корисницима за краткотрајни губитак комфора [211]. Још једна предност мобилног оператора, у поређењу са другим организацијама које су заинтересоване за улогу агрегатора, јесте могућност да стимулише учешће корисника у оваквом моделу коришћењем других производа и услуга из свог портфолија. Познајући комуникационе преференце и обрасце понашања својих претплатника, оператор може да персонализује подстицаје за крајњег корисника: нпр. нудећи мобилни интернет или другу услугу засновану на *IoT*-у бесплатно. Додатно, подстицаји се могу дати одређеном кориснику или целој заједници (нпр. бесплатни позиви међу члановима заједнице).

### 6.3.2 Програм лојалности

Као генералну стимулацију за коришћење нових сервиса у паметним стамбеним заједницама, оператор може да понуди програм лојалности. У пословним моделима разматраним у овом раду претпоставља се да мобилни оператор представља кључног актера у екосистемима који нуде нове услуге паметним стамбеним заједницама и да је део његове понуде платформа лојалности заснована на *blockchain* технологији како је описано у [206]. Оваква платформа имплементира заједнички програм лојалности који повезује компаније, паметне градске организације, оператора и потрошаче у јединствену мрежу. Осим тога, оваква платформа обезбеђује да се поени лојалности остваре не само коришћењем нових услуга већ и другим радњама (нпр. учешћем у креирању или тестирању нових услуга). Како су подаци о потрошачима од критичне важности у програмима лојалности, корисници могу да одлуче да дају своје личне податке, у замену за бонус бодове лојалности сваког месеца. Осим тога, партнерске компаније могу да понуде посебне погодности или услуге за такве кориснике [206].

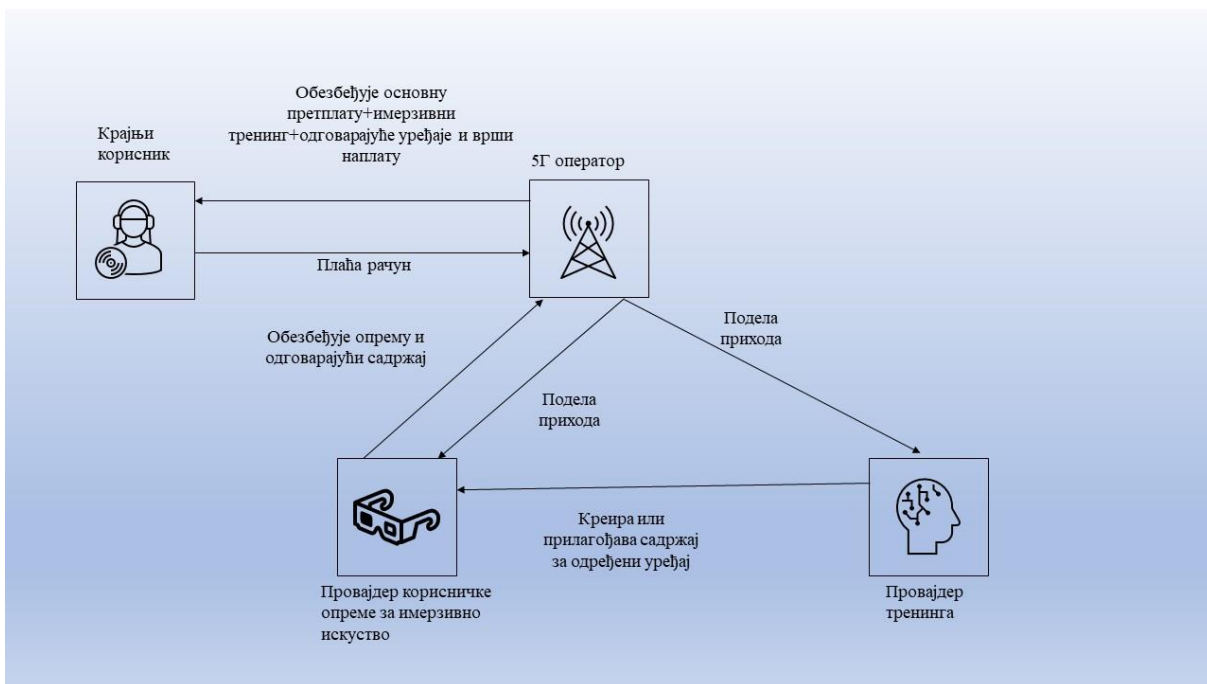
Корисници приступају платформи путем мобилне апликације. Мобилна апликација омогућава праћење броја поена лојалности, њихово трошење на различите начине и прикупљање нових бодова обављањем различитих врста активности. Осим тога, омогућава пренос било које количине остварених поена између корисника [206].

### 6.3.3 Вредност и подстицаји за мобилног оператора

Главна вредност за мобилног оператора у предложеним сценаријима је нови извор прихода и прилика за монетизацију како 5G инфраструктуре, тако и осталих технолошких унапређења која су претходних година захтевала значајну инвестицију (нпр. инвестиције у IoT платформу или у модернизацију BSS решења).

Иако на први поглед једноставан, први предложени сценарио, даје могућност оператору да постепено развија свој портфолио у вези са сервисима намењеним *паметној* стамбеној заједници. Постепени приступ има следеће предности:

- Разбијање предрасуда и отпора који постоји у једном делу популације према 5G технологији тиме што ће се показати вредност за грађане и друштво у целини;
- Позиционирање у другим вертикалама (нпр. индустрија хране) и стварање предуслова за даљи развој екосистема у тим областима и развој понуда намењених сегменту пословних корисника (нпр. праћење залиха у малопродајним објектима или праћење возила за доставу);
- Разрада и тестирање стратегије која се односи на руковање подацима прикупљеним кроз овакве случајеве коришћења;
- Тестирање техничких и организационих способности оператора да подржи развој 5G екосистема пре преласка на комплексније сценарије (нпр. испорука уз помоћ аутономних возила или AR/VR инструкције о припреми хране, као пример имерзивног тренинга које оператор може да понуди у сарадњи са компанијама које обезбеђују овакве садржаје).



Слика 28: Сценарио у ком оператор нуди имерзивни тренинг (адаптирано из [217] )

У другом сценарију, оператор постаје активни учесник на тржишту електричне енергије, што отвара спектар нових могућности за примену 5G у енергетском сектору [215].

### 6.3.4 Вредност и подстицаји за остале учеснике и друштво у целини

Први сценарио омогућава произвођачима хране и малопродајним радњама да управљају производњом, поруџбинама и залихама у складу са потребама купаца. Додатно, оператор и добављачи хране могу да понуде додатне бенефите стамбеној заједници у замену за дозволу да се имплементирају паметне оставе (нпр. бесплатан видео надзор лифтова и заједничких просторија).

Из перспективе целокупног друштва, оваква решења могу помоћи у смањењу расипања хране и учинити прехранбену индустрију конкурентнијом.

Нова вредност за цело друштво може се генерисати и тако што ће се уз помоћ вештачке интелигенције анализирати велика количина података и информације попут личних алергија, информација о прехранбеним производима, о избору и количини прехранбених производа који се чувају у породичним оставама, залихама малопродајних продавница, као и о тржишним условима.

Други предлог обезбеђује да енергетска мрежа добије нова средства за постизање стабилности. Имплементацијом предложеног модела, све заинтересоване стране могу допринети еколошки одговорном понашању у смислу потрошње енергије, заштите околине и будућег развоја зелене енергије [215].

У оба случаја вредност за стамбену заједницу је што овакви сервиси показују иновативност и еколошку одговорност и на тај начин доприносе побољшању укупне слике коју о њој имају садашњи и будући станари (енг. *public image*).

## 6.4 Примена предложеног модела у пословању мобилног оператора

### 6.4.1 Технички и технолошки предуслови

Уз 5G мрежну инфраструктуру, IoT платформу и платформу лојалности о којима је било речи у претходним поглављима, важно је поменути и улогу система за подршку оперативним и пословним процесима (енг. *Operational Support Systems/Business Support Systems, OSS/BSS*).

Да би заиста искористили могућности 5G мреже, и обезбедили да и уз скоро експоненцијално увећање броја конекција, мрежне перформансе остану на захтеваном нивоу, оператори ће морати брзо да трансформишу своје мрежне операције. То такође захтева и OSS функционалности које омогућавају управљање мрежом уз минималну интервенцију људске радне снаге (енг. „*zero-touch*“) [12].

BSS решења, са друге стране, кључна су за подршку пословним моделима који укључују више страна (енг. *multi-sided business models*), као што су B2B2C или B2B2X, да би се обезбедила исправна подела прихода (*revenue share*) или израда рачуна и наплата у име неког другог (енг. *billing on behalf*), (*charging on behalf*). У зависности од могућности старих система, подршка за сценарије какав је нпр. горе описани *demand-response* модел може захтевати додатну конфигурацију или прилагођавања.

### 6.4.2 Организациони предуслови и измене у пословним процесима

Планови развоја мобилног оператора условљени и омогућени увођењем пете генерације мобилних мрежа, морају да укључе и организационе и процесне, а не само технолошке промене. Оно што је обично у првом плану је миграција на софтверски дефинисане мреже, дигитализација процеса и услуга и техничка оспособљеност запослених. Не мање битне су организационе промене које постају неминовне са уласком у нове пословне екосистеме и нова партнерства [12], [187].

Ове промене морају да обухвате област продаје и маркетинга, управљање производима, ИТ, операције и одржавање, управљање добављачима, управљање уговорима, али и друга подручја.

5G захтева агилно пословање. Иновације, лансирање нових понуда, управљање великим бројем логичких мрежа (енг. *network slices*) и велики пораст у броју конекција, све ово захтева тесну сарадњу ИТ-а и са функцијом мреже и пословном функцијом. Традиционалне организационе структуре оператора нису погодне за то, па оператори морају да размотре стварање вишефункционалних тимова или усвајање *DevOps* принципа како би обезбедили агилност и оријентисаност ка партнерима [12].

## 7 Анализа спремности грађана за усвајање нових услуга намењених паметној стамбеној заједници

У експерименталном делу рада рађена је евалуација спремности популације у Србији, са посебним освртом на ставове припадника генерације Z, да прихвате „*smart living*“ сервисе, јер је њихово мишљење и очекивања од мобилних оператора евалуирано и током 2019. године [207]. Додатно, предложен је концепт евалуације фактора који утичу на усвајање услуга заснованих на могућностима 5G мреже међу корисницима у паметној стамбеној заједници.

### 7.1 Методолошки оквир истраживања

Главна истраживачка питања која су разматрана у овом делу рада су следећа:

1. Колико је интересовање за нове услуге које би се користиле у паметним стамбеним заједницама?
  2. Који фактори могу да утичу на прихватање нових *smart living* сервиса који се ослањају на 5G?
  3. Да ли и на који начин програм лојалности може да допринесе бољем прихватању оваквих сервиса?
- Заједничко за сва горе наведена питања је да се баве понашањем крајњег корисника. Главни изазови у анализи која је требало да пружи одговоре на њих, били су недостатак конкретне имплементације 5G мреже и сервиса у Србији, али и недостатак студија са других тржишта о прихватању 5G сервисима намењеним резиденцијалном сегменту и спремности корисника да те сервисе прихвате.

Да би се то превазишло, у овом раду је предложен нови концептуални оквир. Заснован је на претходно приказаном прегледу литературе, а првенствено на проширеној обједињеној теорији прихватања и употребе технологије (*UTAUT2* модел [194]) и моделу усвајања заинтересованих страна у паметним градовима (*SSA* модел [200]), који су у овом раду прилагођени специфичном контексту и условима.

Због чињенице да у Србији још увек нема комерцијалне 5G мреже, директно испитивање понашања крајњих корисника које би одговарало варијабли *Use behavior* из *UTAUT2* модела није било могуће. Са друге стране, спремност корисника да прихвате *smart living* сервисе који се ослањају на 5G, испитивана је кроз два аспекта: као интересовање за појединачне сервисе и као намера за коришћење оваквих услуга када оне постану доступне. Из тог разлога су као зависне варијабле у овом моделу изабране **Интересовање за појединачне сервисе** (енг. *Interest in individual services*) и **Намера понашања** (енг. *Behavioral intention*). Обе зависне променљиве базирају се на варијабли *Behavioral intention* из *UTAUT2* [194] и *SSA* [200] модела. Независне променљиве у предложеном моделу су следеће:

1. **Поверење у оператора** (енг. *Trust in operator*) је променљива предложена по аналогији са променљивом *Trust in the government* из *SSA* модела [200] која мери поверење у Владу. Иако није присутно у оригиналном *UTAUT2*, поверење је идентификовано од стране истраживача као важан фактор који утиче на намеру понашања [197], [199], [218], [219]. *SSA* модел [200] разликује **Поверење у технологију** и **Поверење у Владу** као два кључна фактора која утичу на понашање корисника. Узимајући у обзир резултате [191] може се закључити да је конструкт **Поверење у технологију** делимично применљив у контексту овог рада као „општи став који корисник има према 5G технологији“. Пошто се овај рад фокусира на сценарије у којима мобилни оператор, уз грађане, има кључну улогу у формирању и животном циклусу паметних екосистема, онда је његова репутација, односно поверење које корисници имају у техничко-технолошке и организационе могућности мобилног оператора, као и начин пословања, један од главних фактора чији утицај треба испитати. **Поверење у Владу** је, зато, у овом случају замењено **Поверењем у оператора**. Поред тога, једна од основних претпоставки за приказани сценарио је да оператор већ има базу својих постојећих резиденцијалних претплатника и то би требало да буде једна од његових кључних предности у поређењу са другим компанијама и организацијама способним да стамбеној заједници понуде сличне паметне услуге.
2. **Поверење у технологију** (енг. *Trust in technology*) је променљива уведена по аналогији са *SSA* моделом [200]. Као што је већ горе поменуто, у моделу који се разматра у овом раду, ова променљива представља општу слику коју крајњи корисници имају о петој генерацији мобилних

мрежа и посматра се независно од променљиве **Очекивања о безбедности и приватности** (енг. *Perceived security and privacy*) која је објашњена у наставку.

3. **Очекивања о безбедности и приватности** (енг. *Perceived security and privacy*) је варијабла предложена по узору на конструкте *Perceived security* и *Perceived privacy* из *SSA* модела [200], који су овде искомбиновани у једну променљиву и посматрају се у контексту сервиса намењених паметној стамбеној заједници.
4. **Очекивани напор** (енг. *Effort expectancy*), заснива се на истоименој променљивој из *UTAUT2* и *SSA* модела [194], [200].

*UTAUT2* [194] променљиве: **Очекивани учинак** (енг. *Performance expectancy*), **Олакшавајући услови** (енг. *Facilitating conditions*) и **Навика** (енг. *Habit*) нису укључене у нови модел због чињенице да у случају који се анализира у овом раду, корисници немају никакво практично искуство са дотичним услугама. Слично томе, променљива **Хедонистички мотиви** (енг. *Hedonic motivations*) није ушла у нови модел због своје применљивости само на један подкуп услуга паметног живљења (нпр. забава), али не и на свеобухватну палету случајева који су предмет ове анализе. Са друге стране, за две променљиве, **Друштвени утицај** (енг. *Social influence*) и **Значај цене** (енг. *Price value*), предложене су замене.

5. **Очекивање о заједничком стварању** (енг. *Co-creation expectancy*) је нова променљива, предложена уместо **Друштвеног утицаја** (енг. *Social influence*) који се разматра у оригиналном *UTAUT2* моделу. Због чињенице да велики број академских и стручних радова новијег датума наглашава важност заједничког креирања и сарадње са грађанима у паметним заједницама, уведен је фактор који се односи на очекивања испитаника у том погледу [25], [26], [27], [28], [29], [220].
6. **Очекивана корист** (енг. *Benefit expectancy*) је променљива која је у овом моделу предложена као замена за варијаблу **Значај цене** (енг. *Price value*) која се у моделима као што су *UTAUT2* односно *SSA* односи на цену. Како је истраживање рађено у Србији где још увек нема комерцијално доступне *5G* мреже и одговарајућих сервиса, уместо цене разматра се очекивана корист коју овакве услуге могу да донесу.
7. **Програм лојалности** (енг. *Loyalty program*) је нова променљива уведена у овом моделу. Упркос обимној литератури која се односи на програме лојалности, успех таквог механизма подстицаја у контексту паметних услуга које се ослањају на *5G* технологију и намењене су резиденцијалном сегменту корисника тек треба да се проучи. Увођење ове варијабле инспирисано је радовима посвећеним програмима лојалности заснованим на *blockchain* технологији, какав је на пример програм описан у [206]. Међутим, у самом истраживању фокус је био на интересовању корисника за такав програм и ефекат који описани подстицаји могу произвести на њихово понашање, а не на технологији у којој ће платформа лојалности бити имплементирана.

Табела 5 у наставку даје сумарни приказ предложеног оквира уз референце на коришћену литературу.

Зависна променљива	Опис	Референце
Интересовање за појединачне сервисе Намера понашања	Уведена као замена за стварно понашање корисника	Обе независне променљиве базиране су на Намери понашања из UTAUT2 [194] и SSA [200] модела
Независна променљива	Опис	Референце
Поверење у оператора	Перцепција крајњих корисника о способностима оператора да преузме кључну улогу у паметним екосистемима.	Нова променљива креирана коришћењем аналогије са променљивом Поверење у владу из SSA модела [200]
Поверење у технологију	Општи став крајњег корисника о 5G	Базирана на истоименој променљивој из SSA [200], али у моделу који је предложен у овом раду разматрана независно од Очекивања о безбедности и приватности
Очекивања о безбедности и приватности	Став крајњих корисника по тим питањима у контексту нових, паметних услуга	Комбинација истоимених варијабли из SSA модела [200]
Очекивани напор	Претпостављена лакоћа коришћења	UTAUT2 и SSA модели [194], [200]
Очекивање о заједничком стварању	Очекивано укључење крајњих корисника у развој и управљање животним циклусом нових услуга	Нова варијабла, предложена као замена за променљиву Друштвени утицај у односу на оригинални UTAUT2 модел
Очекивања о безбедности и приватности	Став крајњих корисника по тим питањима у контексту нових, паметних услуга	Комбинација варијабли Перцепција безбедности и Перцепција приватности из SSA модела [200]
Очекивана корист	Претпостављена вредност. Пошто још не постоји комерцијална 5G мрежа и сервиси, фокус је на очекиваној користи.	Нова променљива, предложена као замена за Значај цене из UTAUT2 и SSA модела [194], [200]
Програм лојалности	Интересовање крајњих корисника за програм лојалности који се односи на коришћење паметних услуга у стамбеној заједници	Нова променљива предложена у овом моделу

Табела 5: Променљиве у предложеном оквиру

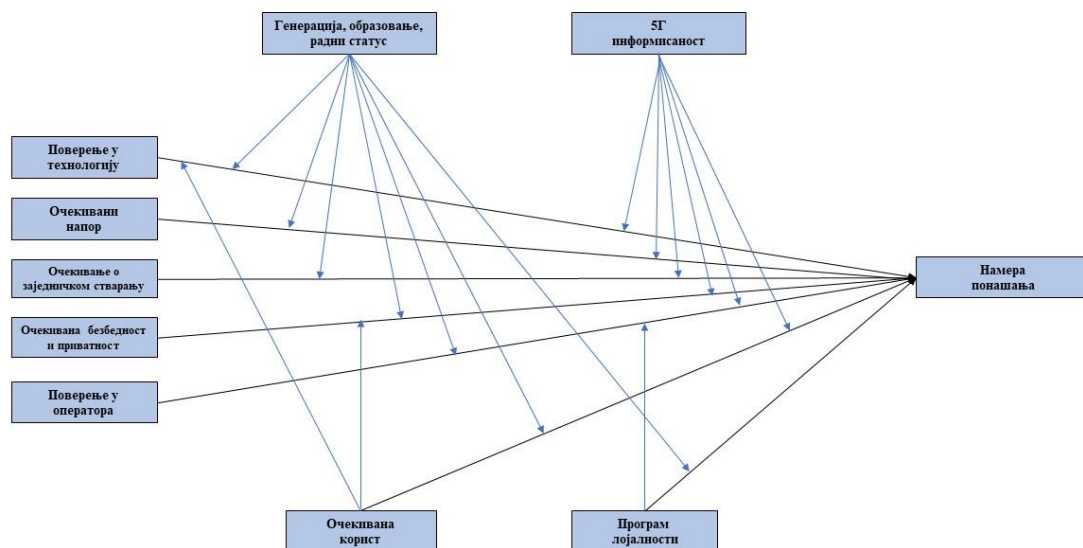
Постављене су следеће хипотезе:

X1 – X7: Све горе наведене независне променљиве утичу на намеру грађана да користе нове *smart living* сервисе које омогућава 5G, односно на зависну променљиву **Намера понашања**.

X8: Утицај који **Поверење у оператора** има на **Намеру понашања** мења се у зависности од **Програма лојалности**.

X9: Утицај који **Поверење у технологију** и **Очекивања о безбедности и приватности** имају на **Намеру понашања** мења се у зависности од **Очекиване користи**.

X10: Утицај сваке независне променљиве мења се у зависности од информисаности о 5G мрежи и демографских података (генерације, образовања и радног статуса), али не и од пола испитаника.



Слика 29: Модел за испитивање утицаја на намеру понашања

## 7.2 Учесници

Испитивање је спроведено током јула и августа 2021. године међу популацијом у Србији. Прикупљено је мишљење 194 испитаника. Њихови основни демографски подаци приказани су у наставку (Табела 6).

Променљива	Вредности	Фреквенција	Процент
Старосна група (генерација)	Рођени пре 1960. ( <i>Baby boomers</i> )	4	2.06%
	Рођени у периоду 1961–1980. ( <i>Gen X</i> )	40	20.62%
	Рођени у периоду 1981–1995. ( <i>Gen Y</i> )	39	20.10%
	Рођени после 1995. ( <i>Gen Z</i> )	111	57.22%
Ниво образовања	Основно образовање	4	2.06%
	Средњошколоско образовање	81	41.75%
	Факултет или виша школа	73	37.63%
	Постдипломске студије	36	18.56%
Радни статус	Ученик/ца	3	1.55%
	Студент/киња	101	52.06%
	Запослен/а	73	37.63%
	Незапослен/а	11	5.67%
	Пензионер/ка	5	2.58%
Пол	Женски	86	44.33%
	Мушки	108	55.67%

Табела 6: Демографски подаци

Табела 7 даје преглед одговора који су испитаници дали о својој тренутној информисаности на тему пете генерације мобилних мрежа, као и о главним изворима тих информација.

Променљива	Вредности	Фреквенција	Процент
Информисаност о 5G мрежи ( <i>5G awareness</i> )	Да, знам врло добро шта је то	86	44.33%
	Да, имам оквирну представу шта је то	87	44.85%
Да ли сте већ чули за 5Гмрежу?	Да, али само по имену	19	9.79%
	Не, нисам чула/чуо ништа о томе	2	1.03%
Информације које имате о 5G мрежи, сте добили (могуће је изабрати више од једне опције):	Као део образовног процеса у школи или на факултету	44	
	Од пријатеља, породице, колега	52	
	Из часописа или са сајтова који се баве информационо-комуникационим технологијама	115	
	Са друштвених мрежа	79	
	Из средстава информисања	96	

Табела 7: Информисаност о 5G мрежи

### 7.3 Инструменти

За прикупљање података за потребе овог истраживања коришћена је метода анкетирања. Креиран је упитник који су испитаници попуњавали анонимно и који се састојао из 2 дела. Први део се фокусирао на демографске информације, док је други обухватао 43 питања изведена из горе наведених најважнијих истраживачких питања. Прва два односила су се на информације које испитаници имају о 5G мрежи и њеним могућностима и на њих су били понуђени предефинисани одговори. У случају преосталих питања, испитаници су бирали одговор на скали од 1 до 5 (*5-point Likert scale*), а питања су груписана на следећи начин:

- **Поверење у технологију** – енг. *Trust in technology* (TT1-TT4);
- **Интересовање за појединачне сервисе** – енг. *Interest in individual services* (IS1-IS8);
- **Очекивани напор** – енг. *Effort expectancy* (EE1-EE3);
- **Очекивања о заједничком стварању** – енг. *Co-creation expectancy* (CE1-CE3);
- **Очекивања о безбедности и приватности** – енг. *Perceived security and privacy* (PS1-PS2);
- **Поверење у оператора** – енг. *Trust in operator* (TO1-TO4);
- **Очекивана корист** – енг. *Benefit expectancy* (BE1-BE5);
- **Програм лојалности** – енг. *Loyalty program* (LP1-LP9);
- **Намера понашања** – енг. *Behavioral intention* (BI1-BI3).

Да би се смањила пристрасност и избегло навођење испитаника на одређене одговоре, већина питања је формулисана неутрално: нпр. „У којој мери очекујете/слажете се итд.“ а постоје и позитивне и негативне изјаве. У складу са тим, изабрани одговор под бројем 1 није у свим случајевима негативан, нити одговор под бројем 5 увек значи позитивно мишљење, већ су одговори кодирани и нормализовани пре анализе резултата.

Због чињенице да неки испитаници немају праве или потпуне информације о томе шта су 5G и *smart living* сервиси, па им нека питања и појмови у њима могу деловати апстрактно, пре сваког одељка у упитнику дато је кратко објашњење – опис.

## 7.4 Анализа резултата

### 7.4.1 Интересовање за 5G услуге у паметним стамбеним заједницама

У табели у наставку (Табела 8) приказане су просечне вредности, стандардна девијација и интервал поверења за одговоре прикупљене у овом истраживању. Поред резултата за укупну базу испитаника, засебно су приказане и вредности за одговоре које су дали припадници генерације Z. Генерално, резултати показују позитиван став испитаника за све конструкте. Оцене које су дали припадници генерације Z су у већини случајева блиске, али нешто ниже него у остатку популације. Највећа разлика је у питању EE2 (колико ће њима лично бити лако да савладају нове услуге) где је оцена, очекивано нешто виша него код осталих испитаника. Нешто ниже оцене су добијене за конструкте TT2 и TT3 који укључују забринутост око ефеката које нова технологија може имати на здравље или животну средину, а ова забринутост је нешто мања код најмлађе популације (већа оцена за TT2).

		Сви испитаници			Само генерација Z		
		Средња вредност	Стандардна девијација	95% Интервал поверења	Средња вредност	Стандардна девијација	95% Интервал поверења
<i>5G представља нову генерацију мобилних мрежа која ће обезбедити много веће брзине преноса података, мања кашњења, повезаност великог броја различитих уређаја (не само мобилних телефона), већу поузданост и већу ефикасност.</i>							
<b>Поверење у технологију (Trust in technology)</b>							
TT1	У којој мери очекујете да 5G може да унапреди пословање, али и различите области наших живота?	4.08	1.01	0.14	3.98	1.12	0.21
TT2*	У којој мери сте забринуте да 5G може имати штетне ефекте на наше здравље или животну средину?	3.30	1.38	0.19	3.34	1.43	0.27
TT3	У којој мери сте уверени да ће пре пуштања у рад 5G мреже бити осигурано да нема негативних ефеката ни на наше здравље ни на животну средину?	3.02	1.32	0.19	3.01	1.40	0.26
TT4	Какав је генерално Ваш став према могућностима 5G мреже?	3.93	1.10	0.15	3.05	1.20	0.22
<i>У којој мери очекујете да нове, паметне услуге које користе функционалности 5G мреже имају следеће карактеристике:</i>							
<b>Очекивани напор (Effort Expectancy)</b>							
EE1	Да буду једноставне за употребу просечном кориснику	4.12	1.00	0.14	4.00	1.08	0.20
EE2	Да Вама лично буде лако да научите да их користите	4.26	1.07	0.15	4.28	1.08	0.20
EE3	Да Вама лично буде лако да обучите и друге чланове своје породице како их користе	4.14	1.00	0.14	4.05	1.01	0.19
<b>Очекивања о заједничком стварању (Co-creation Expectancy)</b>							
CC1	Да Ви и Ваше комшије можете својим предлозима и коментарима да утичете на развој оваквих услуга како бисте добили оно што треба Вашој стамбеној заједници	3.72	1.31	0.18	3.51	1.41	0.26

		Сви испитаници			Само генерација Z		
		Средња вредност	Стандардна девијација	95% Интервал поверења	Средња вредност	Стандардна девијација	95% Интервал поверења
CC2	Да постоје услуге прилагођене потребама различитих група (нпр. тинејџери, студенти, запослени, пензионери)	4.05	1.14	0.16	3.97	1.23	0.23
CC3	Да станари који то желе могу да буду укључени у тестирање нових услуга или у мерење параметара значајних за целу стамбену заједницу, нпр. ниво буке	3.73	1.26	0.18	3.50	1.37	0.26
<b>Очекивања о безбедности и приватности (<i>Perceived Security and Privacy</i>)</b>							
PS1	Да овакве услуге укључе све механизме заштите од неовлашћеног приступа Вашим личним подацима или имовини	4.35	1.07	0.15	4.17	1.20	0.23
PS2	Да коришћење оваквих услуга буде безбедно за Вас и чланове Ваше породице	4.51	0.96	0.14	4.34	1.09	0.21
<b>Поверење у оператора (<i>Trust in operator</i>)</b> <i>У реализацији оваквих услуга, значајну улогу би имао мобилни оператор. У којој мери се Ваша очекивања од оператора подударају са следећим изјавама:</i>							
TO1	Да Ваш мобилни оператор може да понуди паметне услуге које ће бити безбедне	4.26	1.08	0.15	4.12	1.21	0.23
TO2	Да ћете од свог мобилног оператора добити потпуну информацију о томе који се подаци о Вама или члановима Ваше породице, као и Вашим навикама, потрошњи и начину живота прикупљају кроз коришћење паметних услуга	4.04	1.29	0.18	3.86	1.36	0.26
TO3	Мобилни оператор има могућности и процедуре за заштиту приватности Ваших података прикупљених кроз коришћење таквих услуга	4.21	1.22	0.17	4.06	1.33	0.25
TO4	Да ће мобилни оператор поделити са неком трећом страном Ваше податке прикупљене кроз коришћење таквих услуга само ако је претходно добио Вашу сагласност за то	3.68	1.49	0.21	3.51	1.53	0.29
<b>Намера понашања (<i>Behavioral Intention</i>)</b> <i>У којој се мери следеће изјаве подударају са Вашим плановима и намерама, једном кад овакве паметне услуге постану доступне у нашим стамбеним заједницама</i>							
BI1	Намеравам да их користим	3.77	1.22	0.17	3.72	1.30	0.25
BI2	Намеравам да их користим по потреби	3.98	1.19	0.17	3.93	1.24	0.23
BI3	Препоручићу и члановима своје породице и комшијама да их користе	3.71	1.29	0.18	3.52	1.33	0.25

Табела 8: Резултати испитивања

Табела 9 приказује интересовање које су испитаници показали за појединачне сервисе. Укупно гледано, показан је задовољавајући интерес, укупна просечна оцена је већа од 3.63. Од описаних сервиса, најнижу оцену добио је сценарио који се односи на оптимизовану куповину намирница (*IS1*), што може бити узроковано корисничком перцепцијом да им таква услуга није потребна/није корисна или забринутошћу која се односи на заштиту података и приватности. Највеће оцене испитаници су доделили услугама паметног надзора (*IS2*), паметног управљања отпадом (*IS7*) и е-здравству (*IS3*). Један од разлога за овај резултат може бити чињеница да су те услуге и њихова вредност за крајњег корисника лако разумљиви. Генерација Z је показала нешто веће интересовање у односу на остатак испитаника за аутономна возила и дроне (*IS4* и *IS5*).

		Сви испитаници		
		Средња вредност	Стандардна девијација	95% Интервал поверења
<p><i>Поред значајно побољшаног мобилног интернета, пета генерација мобилних мрежа, уз коришћење интернета паметних уређаја (IoT) и развој осталих информационо-комуникационих технологија, пружа различите могућности за нове услуге. Међу њима су и услуге намењене паметним стамбеним заједницама. Неке од могућности наведене су у наставку. На скали од 1 до 5 оцените своју заинтересованост за њихово коришћење.</i></p>				
IS1	Да сензори у Вашем домаћинству прате залихе намирница, као и Ваше навике по питању њихове потрошње, да би Вам се на основу тога оптимизовале следеће испоруке (време доставе и количине):	2.89	1.50	0.21
IS2	Да имате могућност побољшаног надзора свог стана, зграде, насеља и ефикаснију заштиту од провале, пожара, поплава	4.11	1.26	0.18
IS3	Да се у реалном времену прати статус најважнијих здравствених параметара чланова Ваше породице који имају потребу за тим (нпр. старији, хронични болесници, пацијенти који се опорављају након операције ...) и да у случају нерегуларних вредности одмах добију савет како да поступе или ступе у везу са одговарајућим лекаром	4.02	1.29	0.18
IS4	Да се за доставу онога што сте купили у оквиру Вашег насеља користе аутономна возила	3.27	1.53	0.21
IS5	Да се за случајеве хитних или битних испорука (нпр. лек или резервни део неког апарата) користе дронови	3.82	1.45	0.20
IS6	Да преко мобилне мреже имате приступ различитим забавним, мултимедијалним садржајима који укључују и проширену или виртуалну стварност (AR/VR). То су нпр. AR/VR игрице, виртуалне посете музејима, концертима, спортским догађајима и слично.	3.41	1.39	0.20
IS7	Да сензори у Вашој стамбеној заједници (насељу) прате количину отпада и да се на тај начин организује оптимално одношење смећа	4.07	1.31	0.18
IS8	Да имате дигиталног <i>хауз-мајстора</i> , тј. да уз помоћ нпр. паметних наочара и рукавица, као и асистенције правног или виртуалног стручњака са којим сте на вези, можете сами да обавите неке поправке у стану или згради	3.50	1.48	0.21

Табела 9: Интересовање за појединачне сервисе

Табела 10 показује резултате који се односе на очекивану корист. Оцене нису претерано високе, али теже вишим резултатима

		Сви испитаници		
		Средња вредност	Стандардна девијација	95% Интервал поверења
<p><i>У којој мери се Ваша очекивања по питању користи од оваквих услуга подударају са следећим изјавама:</i></p>				
BE1	Очекујем директну корист за своју породицу и себе (уштеда новца, времена, побољшање квалитета живота)	3.77	1.29	0.18
BE2	Очекујем користи за своју стамбену заједницу – бенефите за све станаре	3.61	1.33	0.19
BE3	Очекујем корист за друштво у целини (мање загађење, оптимално коришћење ресурса, мање бацање хране ...)	3.88	1.29	0.18
BE4	Очекујем да корист од оваквих услуга оправда њихову цену, као и цену одговарајућих 5G уређаја	3.88	1.24	0.18

		Сви испитаници		
		Средња вредност	Стандардна девијација	95% Интервал поверења
BE5*	Не очекујем никакву корист	3.38	1.47	0.21

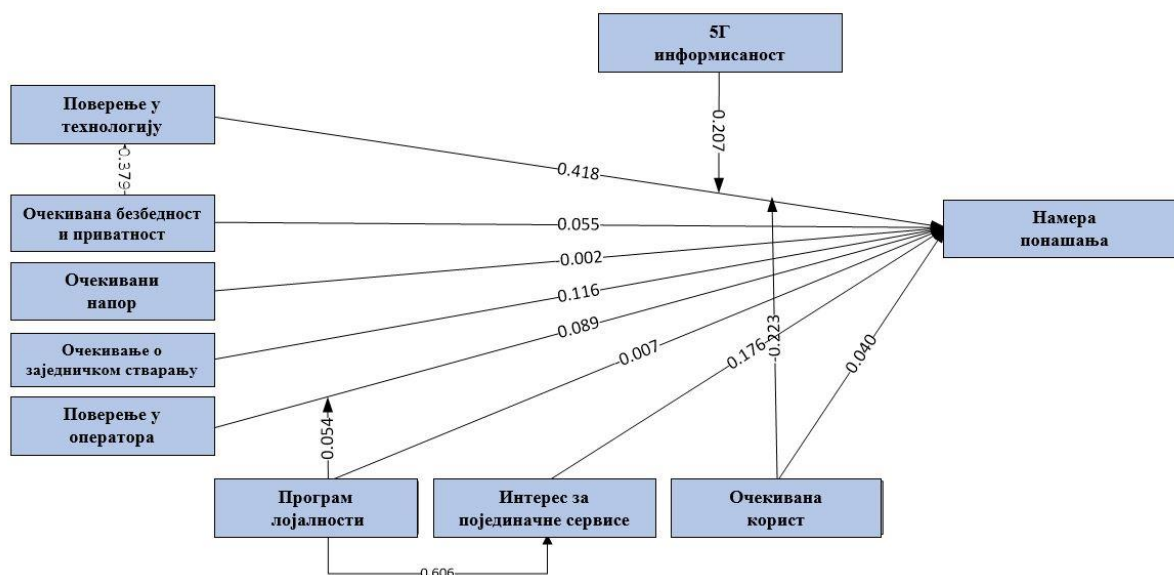
Табела 10: Очекивана корист

#### 7.4.2 Фактори који утичу на прихватање 5G услуга у паметним стамбеним заједницама

За детаљније испитивање узрочно-последичних веза између променљивих које се у овом моделу посматрају као фактори са утицајем на прихватање 5G услуга, коришћена је *PLS-SEM* метода. Ова метода помаже да се развије комплексни модел који у задовољавајућој мери идентификује релације и објашњава варијансе променљивих које се разматрају, не захтевајући при томе специфичну дистрибуцију података. Детаљнији приказ *PLS-SEM* методе дат је у литератури [221], [222], [223], [224], [225], [226], док је сама анализа извршена коришћењем софтверског алата *SmartPLS 3.0* [227].

Евалуација је извршена у две фазе, као што је препоручено у литератури [221], [223], [224], [225]. Рађена је евалуација модела мерења латентних варијабли (енг. *measurement model, outer model*) и евалуација структурног модела (енг. *structure model, inner model*). Модел мерења латентних варијабли обухвата везе између података који су прикупљени експериментално и варијабли које се посматрају у моделу, а структурни модел анализира везе које се успостављају између променљивих.

Резултати примене PLS алгоритма дати су на дијаграму у наставку. Слика приказује само оне променљиве и релације међу њима које су значајне за даљу анализу, иако је иницијално разматран доста шири скуп релација, како је и назначено у делу који се односи на методологију. Релације између разматраних варијабли анализирани су на основу вредности коефицијената путање (енг. *path coefficient*) структурног модела. Што је већа позитивна вредност овог коефицијента (што ближа вредности +1), то је знак да постоји значајнија корелација, док вредности близу 0, означавају да корелација практично не постоји. Из резултата приказаних у наставку (Слика 30) може се закључити да најјачи утицај на **Намеру понашања** (енг. *Behavioral intention*) има **Поверење у технологију** (енг. *Trust in technology*), јер је у том случају вредност коефицијента путање 0.418.



Слика 30: Резултати примене PLS алгоритма

Табела 11 представља оцену поузданости и валидности мерног модела. Параметар *AVE* (енг. *Average Variance Extracted*) одсликава да ли постоји позитивна корелација између индикатора који описују једну варијаблу и све вредности изнад препоручене вредности од 0.5 [221], воде до закључка да је анкета добро осмишљена. Додатно, вредности које имају параметар композитне поузданости (енг. *composite reliability*), као и Кронбахов алфа коефицијент, који се користе за оцену интерне конзистентности, упадају у препоручени интервал између 0.70 и 0.95, што потврђује да је интерна конзистентност упитника прихватљива [221], [223], [224].

Такође, испитан је и *Fornell-Larcker* критеријум који пореди *AVE* вредности са корелацијом варијабли и који се користи за процену дискриминаторне валидности модела (енг. *discriminant validity assessment*) и он је задовољен за све променљиве [228].

	Кронбахов алфа коефицијент	Композитна поузданост	AVE вредности
Намера понашања	0.903	0.939	0.837
Очекивана корист	0.896	0.928	0.763
Очекивања о заједничком креирању	0.794	0.879	0.708
Очекивани напор	0.821	0.892	0.733
Програм лојалности	0.893	0.917	0.649
Очекивања о безбедности и приватности	0.879	0.941	0.889
Поверење у оператора	0.855	0.912	0.777
Поверење у технологију	0.807	0.874	0.635

Табела 11: Оцена валидности модела

У другој фази евалуације урађена је оцена структурног модела. Колинеарност је испитана рачунањем *VIF* (енг. *variance inflation factor*) вредности. Како су све добијене вредности мање од 5, (Табела 12) закључак је да нема колинеарности између променљивих [221].

	Намера понашања
Очекивана корист	3.493
Очекивања о заједничком стварању	2.878
Очекивани напор	1.921
Програм лојалности	2.713
Очекивања о безбедности и приватности	3.847
Поверење у оператора	2.568
Поверење у технологију	2.485
Интересовање за појединачне сервисе	2.663
Информисаност о 5G мрежи	1.482

Табела 12: *VIF* вредности

За оцену тачности предвиђања модела (енг. *predictive accuracy of the model*) коришћен је коефицијент одређености  $R^2$  (енг. *coefficient of determination*). Добијена вредност, 0.683, сматра се релативно високом у истраживању корисничког понашања. За даљу процену предиктивне тачности модела искоришћена је *blindfolding* техника и рачунање  $Q^2$  вредности, која износи 0.537. Пошто се за моделе код којих је вредност  $Q^2$  једнака или већа од 0.35, сматра да имају високу тачност предвиђања (енг. *high predictive accuracy*), може се закључити да модел предложен у овом раду има задовољавајућу тачност.

Анализа релација између посматраних варијабли, извршена је на основу вредности коефицијената путање (енг. *path coefficient*) структурног модела. Добијени резултати показују да **Поверење у технологију** (енг. *Trust in technology*) има најзначајнији позитиван утицај на **Намеру понашања** (енг. *Behavioral intention*), као и да **Очекивања о заједничком стварању** (енг. *Co-creation expectancy*) и **Очекивана корист** (енг. *Benefit expectancy*) такође имају позитиван утицај. Додатно, анализа је показала да нема значајних негативних утицаја.

Детаљнија анализа значајности урађена је коришћењем *bootstrapping* методе са 5000 узорака, уз значајност од 5%. Табела 13 у наставку приказује резултате који су статистички значајни ( $p < 0.05$ ).

	Оригинални узорак	Средња вредност	Станд. девијација	T статистика	P вредности
Поверење у технологију -> Намера понашања	0.418	0.416	0.077	5.445	0.000
Информисаност о 5G мрежи-> Намера понашања	0.207	0.206	0.056	3.712	0.000
Програм лојалности -> Интересовање за појединачне сервисе	0.606	0.61	0.052	11.717	0.000
Интересовање за појединачне сервисе -> Намера понашања	0.176	0.173	0.082	2.151	0.033
Очекивања о безбедности и приватности -> Поверење у технологију	0.379	0.381	0.076	4.96	0.000
Очекивана корист утиче на Поверење у технологију -> Намера понашања	-0.223	-0.189	0.07	3.188	0.002

Табела 13: Тестирање хипотеза

Резултати показују да најјачи утицај на **Намеру понашања** има **Поверење у технологију** ( $\beta=0.418$ ,  $T > 1.96$ ), као и **Информисаност о 5G мрежи** ( $\beta=0.207$ ,  $T > 1.96$ ). Иако променљиве **Програм лојалности** и **Очекивања о безбедности и приватности** нису саме по себи показале статистички значајан директан утицај на **Намеру понашања**, оне су у значајној вези са **Поверењем у технологију** и **Интересом за појединачне сервисе**, па као такве имају улогу медијатора. Утицај програма лојалности на **Интерес за појединачне сервисе** детаљније је обрађен у наставку.

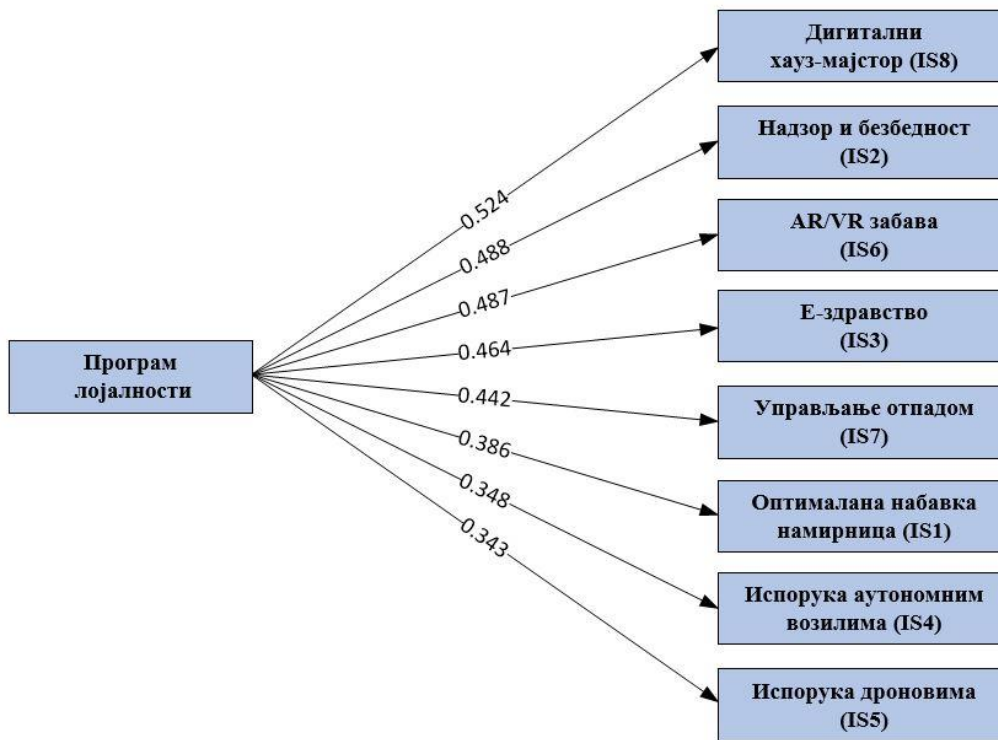
#### 7.4.3 Улога програма лојалности на спремност корисника да прихвате нове сервисе

Поред добробити које доносе саме паметне услуге, постоји могућност да оператор својим корисницима понуди стимулацију у виду поена лојалности. Поред стимулације за коришћење сервиса, програм лојалности може да стимулише и учешће грађана у развоју и тестирању нових паметних услуга. Без обзира на то што је претходна анализа показала да варијабла **Програм лојалности** нема значајног утицаја на **Намеру понашања**, овакав програм може да буде значајан подстицај за становнике да користе *smart living* сервисе. По резултатима које приказује Табела 14, корисници су најзаинтересованији да своје поене прикупљене на овакав начин искористе за умањење рачуна за традиционалне и нове услуге мобилног оператора (LP4), донације у добротворне сврхе (LP5), као и за друге паметне услуге (LP9 и LP7). По прикупљеним резултатима, испитаницима је доста важно да информације о поенима лојалности буду поуздане и лако приступачне. Релативно висока оцена за LP2 потврђује основаност предлога да се платформа за овакав програм лојалности базира на *blockchain* технологији [206].

		Сви испитаници		
		Средња вредност	Стандардна девијација	95% Интервал поверења
<i>Поред бенефита које доносе саме услуге, постоји могућност да оператор понуди и стимулацију (поене лојалности) за њихово коришћење или учешће у њиховом развоју и тестирању. На скали од 1 до 5 оцените у којој мери се следеће изјаве подударају са Вашим очекивањима или интересима по питању оваквог програма лојалности:</i>				
LP1	Очекујем да оператор понуди стимулацију (поене лојалности) за коришћење паметних услуга или учешће у њиховом развоју и тестирању	3.60	1.30	0.18
LP2	Очекујем да информације о прикупљеним и потрошеним поснима буду поуздане и лако доступне	3.91	1.18	0.17
LP3	Очекујем флексибилност у коришћењу ових посена (нпр. да могу да их пренесем на другог корисника или на своју стамбену заједницу, да могу да их употребим уместо новца за друге паметне услуге и слично)	3.80	1.28	0.18
<i>На скали од 1 до 5 оцените своју заинтересованост да сакупљене поене лојалности искористите за:</i>				
LP4	Умањење рачуна за услуге (и традиционалне и нове) мобилног оператора	4.21	1.13	0.16
LP5	Донацију у добротворне сврхе	3.96	1.29	0.18
LP6	Куповину производа или услуга трећих страна са којима оператор има успостављено партнерство	3.59	1.33	0.19
LP7	Повлашћени третман за друге услуге у Вашој стамбеној заједници или граду (нпр. место за паркирање, карте за концерт или позориште ...)	3.81	1.31	0.19
LP8	Веће учешће (право на већи број гласова) у доношењу одлуке које се тичу Ваше стамбене заједнице	3.14	1.48	0.21
LP9	Право да заједно са другим станарима освојите неку паметну услугу за своју стамбену заједницу (нпр. паметно заливање заједничких зелених површина)	3.83	1.35	0.19

Табела 14: Програм лојалности

Слика 31 приказује детаљнију анализу корелације утицаја који програм лојалности има на интересовање за појединачне сервисе. Све корелације су статистички значајне (вредност  $p < 0.001$ ). Веће вредности коефицијента путање означавају да се може очекивати већи утицај програма лојалности на прихватање одговарајућег *smart living* сервиса.



Слика 31: Утицај програма лојалности на интерес за појединачне сервисе

#### 7.4.4 Главни закључци истраживања

Као кључни фактор који утиче на намеру понашања идентификовано је поверење у технологију. Ово је у корелацији са закључцима из других академских радова [200]. Очекивана или перципирана безбедност и приватност, обично блиско повезана са поверењем у технологију [200], [229] у овој анализи се нису показали као важан изоловани фактор иако имају индиректан утицај. Други фактори, значајни за намеру понашања, јесу интересовање за индивидуалне услуге и информисаност о 5G мрежи, што потврђује тезу о неопходности образовања и активног ангажовања грађана у овој области [28], [29], [190], [191]. Осим тога, показано је да очекивана корист мења утицај поверења у технологију на намеру понашања [230].

Узимајући у обзир важност поверења у технологију и информисаности о ономе шта представља и шта доноси пета генерација мобилних мрежа, препорука операторима би свакако била да образују крајње кориснике и промовишу стварну вредност и предности 5G-а, по могућности без употребе стручних технолошких термина, како би порука била разумљива што ширем кругу претплатника [230].

Осим тога, како је посебан део истраживања био посвећен програму лојалности, препорука је да се то искористи као подстицај за прве кориснике оваквих услуга. Испитаници су највише заинтересовани да користе бодове лојалности за смањење рачуна за друге услуге мобилног оператора. Ово је прилика за оператора да створи конкурентску предност на тржишту комбиновањем оваквих подстицаја са другим услугама и истовремено стимулише употребу нових услуга заснованих на 5G [230].

## 8 Научни и стручни допринос

У овој докторској дисертацији извршена је анализа главних изазова у постојећим имплементацијама паметних градова, нарочито са аспекта учешћа мобилних оператора у њима. Предлог нових пословних модела, који су у овом раду дати за два сценарија, узео је у обзир потребе становништва у урбаним срединама, као и техничко-технолошке и организационе могућности оператора да на њих одговори кроз различита партнерства са стамбеном заједницом и/или другим учесницима из јавног и приватног сектора. Кроз предлог нових сервиса, приказан је потенцијал који 5G има за иновације у даљем развоју умреженог друштва, а посебно нове генерације стамбених заједница.

У експерименталном делу рада спроведено је истраживање међу потенцијалним житељима нових, паметних стамбених заједница са циљем да се анализира њихова спремност за прихватање предложених сервиса, као и односи са оператором и другим учесницима у екосистему по предложеном пословном моделу.

Постоје три главна теоријска доприноса ове докторске дисертације, сумирана у наставку:

- Верификација *SC-BMC* оквира [25] кроз практичну примену у контексту пословних модела за мобилног оператора, при чему се оператор посматра као носилац нових екосистема у паметним стамбеним заједницама;
- Предложена модификација *UTAUT2* [194] и *SSA* модела [200] за процену фактора који утичу на усвајање нових услуга у паметним заједницама. Предложени модел се може искористити и за друге случајеве нових услуга које мобилни оператор намерава да понуди индивидуалним (резиденцијалним) корисницима;
- Потврђивање улоге коју би програм лојалности, првобитно предложен у [206], могао имати у ширем усвајању нових услуга.

Научни доприноси ове дисертације су и:

- Анализа могућности примене '*smart living*' сервиса који се заснивају на функционалностима 5G мреже;
- Анализа применљивости постојећих алата и оквира за развој пословног модела у новим екосистемима усредсређеним на људе и њихове потребе ( енг. *human-centric*);
- Формални опис пословног модела и интеракције мобилног оператора са другим учесницима у екосистему;
- Анализа спремности оператора да примени овакав модел пословања и неопходних промена у тренутним пословним процесима;
- Анализа спремности крајњих корисника – потенцијалних становника паметних градова да прихвате нове сервисе које омогућава 5G, са посебним фокусом на њихову мотивацију.

Из припреме ове дисертације проистекли су следећи радови:

Радови објављени у истакнутим међународним часописима (M22):

1. Stojanović, M., Radenković, M., Popović, S., Mitrović, S.& Bogdanović, Z (2023) A readiness assessment framework for the adoption of 5G based smart-living services. *Information Systems and E-Business Management* 21, 389–413 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10257-023-00625-3>, M22, IF(2022)=3.6

Радови објављени у часописима од националног значаја (M50):

- Kokolj S., Stojanović M., Bogdanović Z. & Radenković B. (2019). Innovative IoT-based Business Models in Telecommunications. The IPSI BgD Transactions on Advanced Research (TAR), January 2019, Volume 15, Number 1, 30-35 (ISSN 1820-4511), M53

Радови објављени у зборницима са научних скупова од међународног значаја (M30):

- Stojanović M. (2018), General Data Protection Regulation: Impact and Implications on Mobile Operators, *Symposium proceedings - XVI International symposium Symorg 2018*, M33
- Stojanović M., Bogdanović Z., Barać D., Radenković M. & Mihajlović-Milićević J. (2019). The Role of AI in the Transformation of Mobile Operators, *Proceedings - 2019 International Conference on Artificial Intelligence: Applications and Innovations, IC-AIAI 2019* (2019) 90-94, M33
- Stojanović M., Projović M., Živojinović L., Barać D. & Bogdanović Z. (2019). A Survey of YMarketing and Technologies *ICMarkTech 2019* (2019) 178-188, M33
- Stojanović M. (2020), The Role of Spark and Kafka in the Processing of Fast Data in Telecommunications, *Symposium proceedings - XVII International symposium Symorg 2020*, M33
- Stojanović, M., Radenković, M., & Bogdanović, Z. (2021). The role of a mobile operator in the enablement of responsible consumption in smart residential communities. *E-Business Technologies Conference Proceedings, 1*(1), 177–181. Retrieved from <https://ebt.rs/journals/index.php/conf-proc/article/view/84>, M33
- Bogdanović, Z., Stojanović, M., Radenković, M., Labus, A., & Despotović-Zrakić, M. (2021). Mobile Operator as the Aggregator in a Demand Response Model for Smart Residential Communities. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 79*, 58–67. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-79206-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-79206-0_5), M33
- Stojanović, M. (2022). Monetization and pricing of the 5G-enabled smart residential services. *E-Business Technologies Conference Proceedings, 2*(1), 70–73. Retrieved from <https://ebt.rs/journals/index.php/conf-proc/article/view/110>, M33

Са практичне тачке гледишта, дисертација даје прву анализу интереса урбане и претежно младе популације у Србији за нове услуге засноване на 5G мрежи, као и њихове спремности да их користе у следећој генерацији стамбених заједница. С обзиром да у Србији не постоји комерцијална 5G мрежа, њихова перцепција технологије и нових услуга није заснована на досадашњем искуству, већ је у великој мери обликована различитим формалним и неформалним изворима информација. Резултати могу да буду драгоцен допринос мобилним операторима или другим актерима на сличним тржиштима (без комерцијалне 5G мреже или у раној фази њеног увођења) за њихове почетне стратегије и планирање будућих корака у домену који се односи на понуде намењене резиденцијалном сегменту корисника.

Кад је у питању стручни допринос овог рада, он укључује:

- Аналізу постојећег стања, као и досадашњих резултата истраживања у развоју и имплементацији паметних градова – паметних стамбених заједница, као и улоге телекомуникационих оператора у истим;
- Аналізу потреба становништва у урбаним заједницама;
- Предлог нових *smart living* сервиса који користе флексибилност *network slicing* функционалности 5G мреже;
- Моделирање неопходног екосистема за њихову реализацију (функционалности, актери, улоге, релације, управљање);

- Развој одговарајућег пословног модела – одређивање подстицаја и бенефита за све учеснике, као и за заједницу у целини;
- Предлог измена у постојећим пословним процесима оператора;
- Боље разумевање потреба и очекивања крајњих корисника.

Друштвени допринос ове дисертације огледа се у сагледавању потенцијала које 5G има у трансформацији урбаних средина и побољшања различитих социјалних, еколошких и економских аспеката живота у паметним стамбеним заједницама.

## 9 Будућа истраживања

У даљем раду, планирана је детаљнија обрада следећих тема:

- Управљање новим екосистемом;
- Управљање подацима (енг. *data management*) које поседује оператор, модел података, примена вештачке интелигенције;
- Корекција иницијално предложеног пословног модела и предлог за ценовну стратегију у случају нових сервиса.

Како се еволуција мобилних мрежа наставља, у даљем раду се планира и анализа могућности које ће креирати наредна, шеста генерација (*6G*) мобилних технологија. Чланови *NGMN*<sup>8</sup> алијансе су у априлу 2021. године објавили први документ о визији и главним разлозима за нову генерацију мобилних мрежа [231]. Њихова очекивања од *6G* технологије су да надогради и даље прошири постојећи *5G* екосистем како би се подстакле нове иновације које доносе вредност корисницима и омогућило поједностављење рада мреже [232].



Слика 32: Мотивација и главни покретачи за *6G* (адаптирано из [231])

Истовремено, пројекат Европске уније<sup>9</sup>, који окупља водеће европске операторе, произвођаче телекомуникационе опреме и техничке универзитете, идентификовао је потребу да нова генерација мобилних технологија обезбеди бољу интеграцију и интеракцију у реалном времену три међузависна света [233]:

- Свет људске интелигенције и хуманих вредности;
- Дигитални свет информација;
- Физички свет процеса [233].

У овој визији, идентификовано је шест главних истраживачких изазова, чије решавање представља предуслов за развој нове генерације мобилних мрежа [233]:

<sup>8</sup> *NGMN- Next Generation Mobile Network Alliance* (<https://www.ngmn.org/>) – асоцијација која окупља водеће мобилне операторе, али и произвођаче опреме и друге релевантне партнере из телекомуникационе индустрије.

<sup>9</sup> <https://hexa-x.eu/>

- Повезивање интелигенције: од нове генерације мобилних мрежа се очекује да ће преузети кључну улогу и одговорност за примену интелигенције у свим сферама друштва;
- Умрежавање различитих мрежа: очекује се да њихова интеграција резултира огромним дигиталним екосистемом који постаје све способнији, интелигентнији, сложенији и хетероген, и на крају ствара јединствену мрежу мрежа;
- Одрживост: смањење глобалног утицаја ИКТ на животну средину и стварање могућности које подстичу одрживост из еколошке, економске и социјалне перспективе;
- Глобална покривеност услугама: дигитална инклузија као један од главних приоритета, ефикасна и глобално приступачна решења, смањивање дигиталног јаза, као и побољшање безбедности и ефикасности рада у областима где то тренутно није случај;
- Екстремно искуство: Очекује се да 6G значајно унапреди перформансе и обезбеди нове видове комуникације, нове случајеве примене и корисничко искуство;
- Поузданост: 6G треба да обезбеди поверљивост и интегритет комуникације с краја на крај и да гарантује приватност података и безбедност, као и да допринесе изградњи поверења у бежичне мреже међу крајњим корисницима и предузећима [233].

Како су у моделима предложеним у овој дисертацији већ узети у обзир неки од главних аспеката у првим визијама о шестој генерацији мобилних мрежа (одрживост, користи за друштво и животну средину), у даљим радовима је планирана даља евалуација могућности које напредне мобилне технологије отварају у овим доменама кроз нове услуге намењене резиденцијалном сегменту корисника. Такође, планирано је и испитивање спремности корисника за даљом интеграцијом људске и вештачке интелигенције кроз те нове услуге, како би се боље одговорило на потребе и изазове у савременом друштву.

## 10 Закључак

Ова дисертација адресира потенцијал пете генерације мобилних мрежа у решавању неких од изазова са којима се суочава савремено друштво, са једне стране, и индустрија телекомуникација, односно мобилни оператори, са друге.

Глобални стратешки циљеви, као што су циљеви одрживог развоја Уједињених нација [3], развој друштва усредсређеног на људе и њихове потребе [6], као и унапређење квалитета живота у урбаним срединама захтевају моћну комуникациону инфраструктуру. Пета генерација мобилних мрежа је дизајнирана са намером да подржи реализацију различитих случајева коришћења и обезбеди умрежено, интелигентно друштво [72].

Мобилни оператори широм света, као провајдери те нове комуникационе инфраструктуре супериорних перформанси, уложили су и улажу велика средства на увођење 5G технологије, али и других напредних информационих технологија [234]. Када су у питању инвестиције европских оператора, оне, по извештају који је објавио ETNO<sup>10</sup> у јануару 2023. године [234], и даље заостају за улагањима оператора у другим деловима света. Поред тога, Европа заостаје за другим деловима света (Северна Америка, Јужна Кореја, Кина) и када је у питању покривеност популације 5G сигналом, [234], [235] иако се сматра да је 5G један од најважнијих фактора за развој европске дигиталне економије и друштва у периоду до 2030 године.

Један од главних изазова са којима се оператори суочавају како би своје пословање учинили одрживим и обезбедили будуће иновације, јесте да обезбеде монетизацију 5G функционалности и повраћај инвестиције (енг. *return of investment, RoI*) [236], [237]. Предуслов за то је да оператори нађу нове изворе прихода, за шта морају да изађу из својих традиционалних улога и уђу у нова партнерства и развију нове пословне моделе.

У овој дисертацији су предложене две нове услуге које оператор, уз сарадњу са другим учесницима, а ослањајући се на могућности 5G мреже, могу да понуде стамбеним заједницама. Развијен је и предлог одговарајућих модела електронског пословања који уважава увиде из новијих научних и стручних радова који се баве пословним екосистемима и пословним моделима паметних градова. Истраживање које је спроведено у експерименталном делу рада испитало је спремност грађана за прихватање нових услуга које би оператор могао да понуди у екосистему паметне стамбене заједнице.

Главно ограничење у овом истраживању потиче од чињенице да у Србији нема комерцијално доступне 5G мреже, тако да су испитаници своје одговоре базирали на очекиваним, а не и искуствено потврђеним могућностима нове технологије. Да би се ово ограничење превазишло, у дисертацији је предложена и одговарајућа модификација постојећих модела који се користе за процену спремности за прихватање нових технологија, тако да оператор може да испита факторе који утичу на одлуку крајњих корисника да прихвате нове 5G сервисе, а имплицитно и на успех новог пословног модела. Кроз експериментални део рада евалуиран је и сценарио у коме се као подстицај за коришћење нових сервиса користи програм лојалности заснован на *blockchain* технологији.

Иако су у овом раду анализирани технолошка и организациона спремност оператора да се позиционира као носилац нових екосистема паметних стамбених заједница и паметних градова, као и да имплементира предложене услуге, та спремност није проверена и кроз испитивање представника самих мобилних оператора, као и кроз испитивање потенцијалних партнера. Таква евалуација спремности оператора, као и корекција предложеног пословног модела, на основу добијених резултата, биће део будућег рада.

---

<sup>10</sup> ETNO, *European Telecommunications Network Operators' Association*, [www.etno.eu](http://www.etno.eu) је европска асоцијација телекомуникационих оператора.

## 11 Литература

- [1] J. Winkowska, D. Szpilko, and S. Pejić, “Smart city concept in the light of the literature review,” *Engineering Management in Production and Services*, vol. 11, no. 2. De Gruyter Open Ltd, pp. 70–86, Jul. 30, 2019. doi: 10.2478/emj-2019-0012.
- [2] M. Agiwal, N. Saxena, and A. Roy, “Towards Connected Living: 5G Enabled Internet of Things (IoT),” *IETE Technical Review (Institution of Electronics and Telecommunication Engineers, India)*, vol. 36, no. 2, pp. 190–202, Mar. 2019, doi: 10.1080/02564602.2018.1444516.
- [3] United Nations, “The Sustainable Development Goals Report,” 2021.
- [4] M. Eremia, L. Toma, and M. Sanduleac, “The Smart City Concept in the 21st Century,” in *Procedia Engineering*, Elsevier Ltd, Jan. 2017, pp. 12–19. doi: 10.1016/j.proeng.2017.02.357.
- [5] G. Trencher, “Towards the smart city 2.0: Empirical evidence of using smartness as a tool for tackling social challenges,” *Technol Forecast Soc Change*, vol. 142, pp. 117–128, May 2019, doi: 10.1016/j.techfore.2018.07.033.
- [6] C. O. Government of Japan, “Society 5.0.” Accessed: Nov. 27, 2023. [Online]. Available: [https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html)
- [7] S. Serpa and C. M. Ferreira, “Society 5.0 and Sustainability Digital Innovations: A Social Process,” 2019.
- [8] K. Fukuda, “Science, technology and innovation ecosystem transformation toward society 5.0,” *Int J Prod Econ*, vol. 220, p. 107460, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.ijpe.2019.07.033.
- [9] World Economic Forum, “Vision Towards a Responsible Future of Consumption: Collaborative action framework for consumer industries,” Oct. 2020. Accessed: Nov. 27, 2023. [Online]. Available: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Vision\\_Towards\\_a\\_Responsible\\_Future\\_of\\_Consumption\\_2020.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Vision_Towards_a_Responsible_Future_of_Consumption_2020.pdf)
- [10] GSMA, “GSMA | Smart Cities Highlights | Internet of Things.” Accessed: Nov. 27, 2023. [Online]. Available: <https://www.gsma.com/iot/smart-cities-overview-resources/>
- [11] TM Forum 2019, “TR259 Smart City Maturity and Benchmark Model R19.0.1 - TM Forum | TM Forum,” 2019. Accessed: Oct. 28, 2020. [Online]. Available: <https://www.tmforum.org/resources/technical-report/tr259-smart-city-maturity-benchmark-model-r19-0-0/>
- [12] MIT Technology Review Insights, “The 5G operator: Platforms, partnerships, and IT strategies for monetizing 5G,” MIT Technology Review. Accessed: Nov. 27, 2023. [Online]. Available: <https://www.technologyreview.com/2020/03/24/950372/the-5g-operator-platforms-partnerships-and-it-strategies-for-monetizing-5g/>
- [13] NGMN Alliance, “5G White Paper 2 | NGMN,” Jul. 2020. Accessed: Nov. 27, 2023. [Online]. Available: <https://www.ngmn.org/work-programme/5g-white-paper-2.html>
- [14] M. A. Lema *et al.*, “Business Case and Technology Analysis for 5G Low Latency Applications,” *IEEE Access*, vol. 5, pp. 5917–5935, 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2685687.
- [15] TM Forum 2018, *TR276 Introducing 5G Monetization R18.5 - TM Forum | TM Forum*. 2018. Accessed: Oct. 28, 2020. [Online]. Available: <https://www.tmforum.org/resources/technical-report/tr276-introducing-5g-monetization-r18-5/>
- [16] World Economic Forum, “The Impact of 5G: Creating New Value across Industries and Society | World Economic Forum,” Jan. 2020. Accessed: Nov. 27, 2023. [Online]. Available: <https://www.weforum.org/whitepapers/the-impact-of-5g-creating-new-value-across-industries-and-society>
- [17] S. K. Rao and R. Prasad, “Telecom Operators’ Business Model Innovation in a 5GWorld,” *Journal of Multi Business Model Innovation and Technology*, vol. 4, no. 3, pp. 149–178, Sep. 2018, doi: 10.13052/jmbmit2245-456x.431.

- [18] S. Li, L. Da Xu, and S. Zhao, "5G Internet of Things: A survey," *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 10. Elsevier B.V., pp. 1–9, Jun. 01, 2018. doi: 10.1016/j.jii.2018.01.005.
- [19] TM Forum 2019, "GB1009 Smart City Operations Map v3.0.0 - TM Forum | TM Forum," 2019. Accessed: Oct. 28, 2020. [Online]. Available: <https://www.tmforum.org/resources/technical-report/gb1009-smart-city-operations-map-v3-0/>
- [20] Ericsson, "5G: The platform for tomorrow's smart cities - Ericsson." Accessed: Nov. 27, 2023. [Online]. Available: <https://www.ericsson.com/en/patents/articles/5g-will-be-the-platform-for-tomorrows-smart-cities>
- [21] A. A. Barakabitze, A. Ahmad, R. Mijumbi, and A. Hines, "5G network slicing using SDN and NFV: A survey of taxonomy, architectures and future challenges," *Computer Networks*, vol. 167, p. 106984, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.comnet.2019.106984.
- [22] M. Höyhty *et al.*, "Critical Communications Over Mobile Operators' Networks: 5G Use Cases Enabled by Licensed Spectrum Sharing, Network Slicing and QoS Control," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 73572–73582, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2883787.
- [23] TM Forum, "IG1179A Network Slice Monetization v1.0.0 | TM Forum." Accessed: Nov. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.tmforum.org/resources/standard/ig1179a-network-slice-monetization-v1-0-0/>
- [24] ITU-T Study Group 20, *High-level requirements and reference framework of smart city platforms*. 2018. Accessed: Oct. 28, 2020. [Online]. Available: <http://handle.itu.int/11.1002/1000/13388>
- [25] P. Giourka *et al.*, "The Smart City Business Model Canvas—A Smart City Business Modeling Framework and Practical Tool," *Energies (Basel)*, vol. 12, no. 24, p. 4798, Dec. 2019, doi: 10.3390/en12244798.
- [26] J. Willems, J. Van den Bergh, and S. Viaene, "Smart City Projects and Citizen Participation: The Case of London," in *Public Sector Management in a Globalized World*, Springer Fachmedien Wiesbaden, 2017, pp. 249–266. doi: 10.1007/978-3-658-16112-5\_12.
- [27] J. Joo and M. M. Shin, "Building sustainable business ecosystems through customer participation: A lesson from South Korean cases," *Asia Pacific Management Review*, vol. 23, no. 1, pp. 1–11, Mar. 2018, doi: 10.1016/J.APMRV.2017.01.001.
- [28] S. Gohari, D. Baer, B. F. Nielsen, E. Gilcher, and W. Z. Situmorang, "Prevailing Approaches and Practices of Citizen Participation in Smart City Projects: Lessons from Trondheim, Norway," *Infrastructures (Basel)*, vol. 5, no. 4, p. 36, Apr. 2020, doi: 10.3390/infrastructures5040036.
- [29] P. Cardullo and R. Kitchin, "Being a 'citizen' in the smart city: up and down the scaffold of smart citizen participation in Dublin, Ireland," *GeoJournal*, vol. 84, no. 1, Feb. 2019, doi: 10.1007/s10708-018-9845-8.
- [30] E. M. Oproiu, M. Iordache, C. Costea, C. Brezeanu, and C. Patachia, "5G Network Architecture, Functional Model and Business Role for 5G Smart City Use Case: Mobile Operator Perspective," *2018 12th International Conference on Communications, COMM 2018 - Proceedings*, 2018, doi: 10.1109/ICComm.2018.8430145.
- [31] L. Guevara and F. A. Cheein, "The role of 5G technologies: Challenges in smart cities and intelligent transportation systems," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 16, p. 6469, Aug. 2020, doi: 10.3390/su12166469.
- [32] M. Y. L. Chew, E. A. L. Teo, K. W. Shah, V. Kumar, and G. F. Hussein, "Evaluating the roadmap of 5g technology implementation for smart building and facilities management in singapore," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 24, pp. 1–26, Dec. 2020, doi: 10.3390/su122410259.
- [33] B. N. Silva, M. Khan, and K. Han, "Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities," *Sustain Cities Soc*, vol. 38, pp. 697–713, Apr. 2018, doi: 10.1016/j.scs.2018.01.053.

- [34] C. Echebarria, J. M. Barrutia, and I. Aguado-Moralejo, "The Smart City journey: a systematic review and future research agenda," *Innovation*, 2020, doi: 10.1080/13511610.2020.1785277.
- [35] DTTM, ISi Lab, and ifM Engage, "Smart Cities Index Report 2022," 2022. Accessed: Dec. 12, 2023. [Online]. Available: <https://smartcitiesindex.org/smartcitiesindexreport2022>
- [36] L. Gačević, Z. Bogdanović, and B. Radenković, "A Web Application for Managing Smart Residential Communities," in *XVII International symposium Symorg 2020*, 2020, pp. 520–527.
- [37] S. Aheleroff *et al.*, "IoT-enabled smart appliances under industry 4.0: A case study," *Advanced Engineering Informatics*, vol. 43, p. 101043, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.aei.2020.101043.
- [38] ITU-T Study Group 20, [Rec. ITU-T Y.4051] *Vocabulary for smart cities and communities*. 2019. [Online]. Available: <http://handle.itu.int/11.1002/1000/13855>
- [39] O. Onday, "Japan's Society 5.0: Going Beyond Industry 4.0," *Bus Econ J*, vol. 10, no. 2, 2019, doi: 10.4172/2151-6219.1000389.
- [40] D. Mourtzis, J. Angelopoulos, and N. Panopoulos, "A Literature Review of the Challenges and Opportunities of the Transition from Industry 4.0 to Society 5.0," *Energies (Basel)*, vol. 15, no. 17, p. 6276, Aug. 2022, doi: 10.3390/en15176276.
- [41] Y. Shiroishi, K. Uchiyama, and N. Suzuki, "Society 5.0: For Human Security and Well-Being," *Computer (Long Beach Calif)*, vol. 51, no. 7, pp. 91–95, Jul. 2018, doi: 10.1109/MC.2018.3011041.
- [42] Á. Oliveira, M. Campolargo, and M. Martins, "Human Smart Cities: A Human-centric model aiming at the wellbeing and quality of life of citizens," in *eChallenges e-2014 Conference Proceedings*, 2014, pp. 1–8.
- [43] European Commission and Directorate-General for Research and Innovation, *The human-centred city - Opportunities for citizens through research and innovation*. 2019. Accessed: Jan. 09, 2024. [Online]. Available: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5b85a079-2255-11ea-af81-01aa75ed71a1/language-en>
- [44] S. Andreani, M. Kalchschmidt, R. Pinto, and A. Sayegh, "Reframing technologically enhanced urban scenarios: A design research model towards human centered smart cities," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 142, pp. 15–25, May 2019, doi: 10.1016/j.techfore.2018.09.028.
- [45] R. Bellman, C. E. Clark, D. G. Malcolm, C. J. Craft, and F. M. Ricciardi, "On the Construction of a Multi-Stage, Multi-Person Business Game," *Oper Res*, vol. 5, no. 4, pp. 469–503, Aug. 1957, doi: 10.1287/OPRE.5.4.469.
- [46] J. Richardson, "The business model: an integrative framework for strategy execution," *Strategic Change*, vol. 17, no. 5–6, pp. 133–144, Aug. 2008, doi: 10.1002/JSC.821.
- [47] D. J. Teece, "Business Models, Business Strategy and Innovation," *Long Range Plann*, vol. 43, no. 2–3, pp. 172–194, Apr. 2010, doi: 10.1016/J.LRP.2009.07.003.
- [48] P. Lindgren, "Business Model Innovation Leadership: How Do SME's Strategically Lead Business Model Innovation?," *International Journal of Business and Management*, vol. 7, no. 14, Jul. 2012, doi: 10.5539/IJBM.V7N14P53.
- [49] A. Osterwalder and Y. Pigneur, "Business Model Generation: A handbook for visionaries, game changers and challengers," *African Journal of Business Management*, 2010.
- [50] Y. Jin, S. Ji, L. Liu, and W. Wang, "Business model innovation canvas: a visual business model innovation model," *European Journal of Innovation Management*, vol. 25, no. 5, pp. 1469–1493, Dec. 2022, doi: 10.1108/EJIM-02-2021-0079/FULL/XML.
- [51] B. Baldassarre, G. Calabretta, N. M. P. Bocken, and T. Jaskiewicz, "Bridging sustainable business model innovation and user-driven innovation: A process for sustainable value proposition design," *J Clean Prod*, vol. 147, pp. 175–186, Mar. 2017, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.01.081.

- [52] V. Parida, D. Sjödin, and W. Reim, "Reviewing Literature on Digitalization, Business Model Innovation, and Sustainable Industry: Past Achievements and Future Promises," *Sustainability* 2019, Vol. 11, Page 391, vol. 11, no. 2, p. 391, Jan. 2019, doi: 10.3390/SU11020391.
- [53] M. P. P. Pieroni, T. C. McAloone, and D. C. A. Pigosso, "Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches," *Journal of Cleaner Production*, vol. 215. Elsevier Ltd, pp. 198–216, Apr. 01, 2019. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.01.036.
- [54] W. Kanda, M. Geissdoerfer, and O. Hjelm, "From circular business models to circular business ecosystems," *Bus Strategy Environ*, vol. 30, no. 6, pp. 2814–2829, Sep. 2021, doi: 10.1002/BSE.2895.
- [55] M. Geissdoerfer, S. N. Morioka, M. M. de Carvalho, and S. Evans, "Business models and supply chains for the circular economy," *J Clean Prod*, vol. 190, pp. 712–721, Jul. 2018, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2018.04.159.
- [56] M. Geissdoerfer, D. Vladimirova, and S. Evans, "Sustainable business model innovation: A review," *Journal of Cleaner Production*, vol. 198. Elsevier Ltd, pp. 401–416, Oct. 10, 2018. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.06.240.
- [57] P. Centobelli, R. Cerchione, D. Chiaroni, P. Del Vecchio, and A. Urbinati, "Designing business models in circular economy: A systematic literature review and research agenda," *Bus Strategy Environ*, vol. 29, no. 4, pp. 1734–1749, May 2020, doi: 10.1002/BSE.2466.
- [58] M. Geissdoerfer, M. P. P. Pieroni, D. C. A. Pigosso, and K. Soufani, "Circular business models: A review," *J Clean Prod*, vol. 277, p. 123741, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123741.
- [59] K. Timeus, J. Vinaixa, and F. Pardo-Bosch, "Creating business models for smart cities: a practical framework," *Public Management Review*, vol. 22, no. 5, pp. 726–745, May 2020, doi: 10.1080/14719037.2020.1718187.
- [60] S. E. Bibri, "On the sustainability of smart and smarter cities in the era of big data: an interdisciplinary and transdisciplinary literature review," *Journal of Big Data*, vol. 6, no. 1. SpringerOpen, Dec. 01, 2019. doi: 10.1186/s40537-019-0182-7.
- [61] J. F. Moore, "Predators and prey: a new ecology of competition.," *Harv Bus Rev*, vol. 71, no. 3, 1993.
- [62] J. F. Moore, "The Death of Competition: Leadership and Strategy in the Age of Business Ecosystems," *Leadership*, p. 297, 1996, Accessed: Nov. 19, 2023. [Online]. Available: <http://books.google.com/books?id=At7HQgAACAAJ&pgis=1>
- [63] R. Gao, "The Theory and Development of Business Ecosystems," *Proceedings of the 2021 3rd International Conference on Economic Management and Cultural Industry (ICEMCI 2021)*, vol. 203, pp. 2255–2260, Dec. 2021, doi: 10.2991/ASSEHR.K.211209.370.
- [64] Kasey Panetta, "8 Dimensions of Business Ecosystems," Smarter with Gartner. Accessed: Nov. 19, 2023. [Online]. Available: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/8-dimensions-of-business-ecosystems/>
- [65] P. K. Senyo, K. Liu, and J. Effah, "Digital business ecosystem: Literature review and a framework for future research," *Int J Inf Manage*, vol. 47, pp. 52–64, Aug. 2019, doi: 10.1016/J.IJINFOMGT.2019.01.002.
- [66] D. Young, U. Pidun, B. Zoletnik, and S. Beck, "When a business ecosystem is the answer to sustainability challenges," Business Ecosystems. Accessed: Nov. 19, 2023. [Online]. Available: <https://www.bcg.com/publications/2021/ecosystems-could-help-with-sustainability-challenges>
- [67] D. Kociuba, M. Sagan, and W. Kociuba, "Toward the Smart City Ecosystem Model," *Energies (Basel)*, vol. 16, no. 6, p. 2795, Mar. 2023, doi: 10.3390/en16062795.
- [68] TM Forum, "GB997A Digital Maturity Model v4.0.5," 2023. Accessed: Nov. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.tmforum.org/resources/model/gb997a-digital-maturity-model-v4-0-5/>

- [69] World Economic Forum and Accenture, “White Paper ‘Digital Transformation Initiative Telecommunications Industry,’” 2017. Accessed: Sep. 17, 2018. [Online]. Available: <http://reports.weforum.org/digital-transformation>
- [70] M. Creaner, *Transforming The Telco: Developing the instinct for survival in the digital economy*. 2018.
- [71] Global mobile Suppliers Association, “5G-Market Snapshot November 2023,” 2023. Accessed: Nov. 29, 2023. [Online]. Available: <https://gsacom.com/paper/5g-market-snapshot-november-2023/>
- [72] ITU-R, “IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond,” Recommendation Itu-R M.2083-0. Accessed: Nov. 19, 2023. [Online]. Available: <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2083-0-201509-I/en>
- [73] 3GPP, “5G System Overview.” Accessed: Jan. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.3gpp.org/technologies/5g-system-overview>
- [74] X. Lin, “An Overview of 5G Advanced Evolution in 3GPP Release 18,” *IEEE Communications Standards Magazine*, vol. 6, no. 3, pp. 77–83, 2022, doi: 10.1109/MCOMSTD.0001.2200001.
- [75] 5G Americas, “Becoming 5G-Advanced: the 3GPP 2025 Roadmap,” 2022.
- [76] 3GPP, *TS 38.300; NR; NR and NG-RAN Overall description; Stage-2*. Accessed: Jan. 08, 2024. [Online]. Available: <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3191>
- [77] Nokia, “5G spectrum bands explained — low, mid and high band.” Accessed: Jan. 03, 2024. [Online]. Available: <https://www.nokia.com/thought-leadership/articles/spectrum-bands-5g-world/>
- [78] F. Rinaldi, A. Raschellà, and S. Pizzi, “5G NR system design: a concise survey of key features and capabilities,” *Wireless Networks*, vol. 27, no. 8, pp. 5173–5188, 2021, doi: 10.1007/s11276-021-02811-y.
- [79] F. W. Vook, A. Ghosh, E. Diarte, and M. Murphy, “5G New Radio: Overview and Performance,” in *2018 52nd Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers*, 2018, pp. 1247–1251. doi: 10.1109/ACSSC.2018.8645228.
- [80] IEEE Spectrum, “Everything You Need to Know About 5G.” Accessed: Jan. 08, 2024. [Online]. Available: <https://spectrum.ieee.org/everything-you-need-to-know-about-5g>
- [81] 3GPP, “5G Network slice management.” Accessed: Nov. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.3gpp.org/technologies/slice-management>
- [82] TM Forum, *IG1204 10 Telco Transformation Journeys v1.0.0 - Published Deliverables - TM Forum Confluence*. 2020. Accessed: Nov. 29, 2020. [Online]. Available: <https://projects.tmforum.org/wiki/display/PUB/IG1204+10+Telco+Transformation+Journeys+v1.0.0>
- [83] Ericsson, “Realizing IoT strategies report - Ericsson,” 2019. Accessed: Sep. 16, 2021. [Online]. Available: <https://www.ericsson.com/en/internet-of-things/audience-page/exploring-iot-strategies/realizing-iot-strategies-report-download>
- [84] TM Forum, “TR271 Monetizing Internet of Everything (IoE) CEM R18.0.1 - TM Forum.” Accessed: Nov. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.tmforum.org/resources/standard/tr271-monetizing-internet-of-everything-ioe-r18-0-0-cem/>
- [85] IoT.Business.News, “IoT connectivity will account for nearly 20% of operators’ mobile services revenue from enterprises by 2027.” Accessed: Nov. 30, 2023. [Online]. Available: <https://iotbusinessnews.com/2023/07/25/87525-iot-connectivity-will-account-for-nearly-20-of-operators-mobile-services-revenue-from-enterprises-by-2027/>
- [86] Bergh Insight, “Cellular IoT connectivity revenues surpassed € 10 billion in 2022.” Accessed: Nov. 30, 2023. [Online]. Available: <https://www.berghinsight.com/cellular-iot-connectivity-revenues-surpassed--10-billion-in-2022>

- [87] GSMA Intelligence, "Operators in IoT: progress in the last decade and pathway to sustained success," 2023. Accessed: Nov. 30, 2023. [Online]. Available: <https://data.gsmainelligence.com/research/research/research-2023/operators-in-iot-progress-in-the-last-decade-and-pathway-to-sustained-success>
- [88] 3GPP, "A Glimpse into RedCap NR devices." Accessed: Dec. 21, 2023. [Online]. Available: <https://www.3gpp.org/technologies/nr-redcap-glimpse>
- [89] S. N. K. Veedu *et al.*, "Toward Smaller and Lower-Cost 5G Devices with Longer Battery Life: An Overview of 3GPP Release 17 RedCap," *IEEE Communications Standards Magazine*, vol. 6, no. 3, pp. 84–90, Sep. 2022, doi: 10.1109/MCOMSTD.0001.2200029.
- [90] Telenor, "5G RedCap for IoT: The Perfect Balance of 5G Capabilities." Accessed: Dec. 21, 2023. [Online]. Available: <https://iot.telenor.com/technologies/connectivity/5g-redcap/>
- [91] AT&T, "5G for Internet of Things Gains Ground." Accessed: Jan. 09, 2024. [Online]. Available: <https://about.att.com/blogs/2023/5g-redcap.html>
- [92] Qualcomm, "5G NR-Light (RedCap): Revolutionizing IoT." Accessed: Jan. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.qualcomm.com/news/onq/2022/07/what-is-5g-nr-light--a-k-a--redcap--and-how-will-it-accelerate-t>
- [93] Ericsson, "RedCap - expanding the 5G device ecosystem for consumers and industries." Accessed: Dec. 21, 2023. [Online]. Available: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/white-papers/redcap-expanding-the-5g-device-ecosystem-for-consumers-and-industries>
- [94] GSMA and PwC, "The IoT Big Data Revenue Opportunity for Mobile Operators." Accessed: Nov. 30, 2023. [Online]. Available: [https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2019/10/The-IoT-Big-Data-revenue-opportunity-for-operators\\_GSMA\\_IoT.pdf](https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2019/10/The-IoT-Big-Data-revenue-opportunity-for-operators_GSMA_IoT.pdf)
- [95] S. Kokolj, M. Stojanović, Z. Bogdanović, and B. Radenković, "Innovative IoT-based Business Models in Telecommunications," *The IPSI BgD Transactions on Advanced Research (TAR)*, vol. 15, no. 1, pp. 30–35, 2019.
- [96] D. Tapscott and A. Tapscott, *Blockchain revolution : how the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world.*
- [97] Z. Zheng, S. Xie, H. Dai, X. Chen, and H. Wang, "An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends," in *2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)*, IEEE, Jun. 2017, pp. 557–564. doi: 10.1109/BigDataCongress.2017.85.
- [98] M. Pilkington, "Blockchain Technology: Principles and Applications." Sep. 18, 2015. Accessed: May 01, 2018. [Online]. Available: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2662660&rec=1&srcabs=2849251&alg=1&pos=1](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2662660&rec=1&srcabs=2849251&alg=1&pos=1)
- [99] R. Darmwal, "Blockchain in Telecom Sector: An Analysis of Potential Use Cases", Accessed: May 01, 2018. [Online]. Available: <https://search.proquest.com/openview/566e5886856e6e33763f252e51a1c2ac/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2043509>
- [100] J. D. Michels, "Blockchain and Telecoms," *SSRN Electronic Journal*, Feb. 2019, doi: 10.2139/ssrn.3324482.
- [101] G. Praveen, V. Chamola, V. Hassija, and N. Kumar, "Blockchain for 5G: A Prelude to Future Telecommunication," *IEEE Netw.*, pp. 1–8, 2020, doi: 10.1109/MNET.001.2000005.
- [102] TM Forum, "TR279 CSP Use Cases Utilizing Blockchain v4.0.0 | TM Forum." Accessed: Nov. 30, 2023. [Online]. Available: <https://www.tmforum.org/resources/technical-report/tr279-csp-use-cases-utilizing-blockchain-v4-0-0/>
- [103] B. Lazaar *et al.*, "Enterprise Ethereum Alliance Telecommunication Use Cases for Blockchain Technology Volume 1 EEA Telecom Special Interest Group Authors," 2019.

- [104] A. Chaer, K. Salah, C. Lima, P. P. Ray, and T. Sheltami, "Blockchain for 5G: Opportunities and challenges," in *2019 IEEE Globecom Workshops, GC Wkshps 2019 - Proceedings*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Dec. 2019. doi: 10.1109/GCWkshps45667.2019.9024627.
- [105] J. Backman, S. Yrjola, K. Valtanen, and O. Mammela, "Blockchain network slice broker in 5G: Slice leasing in factory of the future use case," in *2017 Internet of Things Business Models, Users, and Networks*, IEEE, Nov. 2017, pp. 1–8. doi: 10.1109/CTTE.2017.8260929.
- [106] D. C. Nguyen, S. Member, P. N. Pathirana, S. Member, M. Ding, and A. Seneviratne, "Blockchain for 5G and Beyond Networks: A State of the Art Survey."
- [107] Huckle *et al.*, "Internet of Things, Blockchain and Shared Economy Applications," *Procedia Comput Sci*, vol. 98, no. 98, pp. 461–466, 2016, doi: 10.1016/j.procs.2016.09.074.
- [108] D. Agrawal, N. Jureczek, G. Gopalakrishnan, M. N. Guzman, M. McDonald, and H. Kim, "Loyalty Points on the Blockchain," *Business and Management Studies*, vol. 4, no. 3, pp. 80–92, Aug. 2018, doi: 10.11114/BMS.V4I3.3523.
- [109] S. Bulbul and G. İnce, "Blockchain-based Framework for Customer Loyalty Program," *UBMK 2018 - 3rd International Conference on Computer Science and Engineering*, pp. 342–346, Dec. 2018, doi: 10.1109/UBMK.2018.8566642.
- [110] M. Agrawal, D. Amin, H. Dalvi, and R. Gala, "Blockchain-based Universal Loyalty Platform," *2019 6th IEEE International Conference on Advances in Computing, Communication and Control, ICAC3 2019*, Dec. 2019, doi: 10.1109/ICAC347590.2019.9036772.
- [111] M. Pilkington, "Can Blockchain Technology Help Promote New Tourism Destinations? The Example of Medical Tourism in Moldova," *SSRN Electronic Journal*, Jun. 2017, doi: 10.2139/SSRN.2984479.
- [112] K. Nam, C. S. Dutt, P. Chathoth, and M. S. Khan, "Blockchain technology for smart city and smart tourism: latest trends and challenges," <https://doi.org/10.1080/10941665.2019.1585376>, vol. 26, no. 4, pp. 454–468, 2019, doi: 10.1080/10941665.2019.1585376.
- [113] S. Poslad, A. Ma, Z. Wang, and H. Mei, "Using a Smart City IoT to Incentivise and Target Shifts in Mobility Behaviour—Is It a Piece of Pie?," *Sensors 2015, Vol. 15, Pages 13069-13096*, vol. 15, no. 6, pp. 13069–13096, Jun. 2015, doi: 10.3390/S150613069.
- [114] J. Lindsay, "Smart Contracts for Incentivizing Sensor Based Mobile Smart City Applications," *2018 IEEE International Smart Cities Conference, ISC2 2018*, Feb. 2019, doi: 10.1109/ISC2.2018.8656959.
- [115] P. K. Sharma, N. Kumar, and J. H. Park, "Blockchain-Based Distributed Framework for Automotive Industry in a Smart City," *IEEE Trans Industr Inform*, vol. 15, no. 7, pp. 4197–4205, Jul. 2019, doi: 10.1109/TII.2018.2887101.
- [116] J. McCarthy, M. L. Minsky, N. Rochester, and C. E. Shannon, "A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955," *AI Mag*, vol. 27, no. 4, p. 12, Dec. 2006, doi: 10.1609/aimag.v27i4.1904.
- [117] Stuart J. Russell and Peter. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd Edition)*. Prentice Hall, 2010.
- [118] S. Makridakis, "The forthcoming Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms," *Futures*, vol. 90, pp. 46–60, Jun. 2017, doi: 10.1016/j.futures.2017.03.006.
- [119] M. Chen, U. Challita, W. Saad, C. Yin, and M. Debbah, "Machine Learning for Wireless Networks with Artificial Intelligence: A Tutorial on Neural Networks," Oct. 2017, Accessed: Nov. 23, 2023. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1710.02913>
- [120] M. Waqas, S. Tu, Z. Halim, S. U. Rehman, G. Abbas, and Z. H. Abbas, "The role of artificial intelligence and machine learning in wireless networks security: principle, practice and challenges," *Artif Intell Rev*, vol. 55, no. 7, pp. 5215–5261, Oct. 2022, doi: 10.1007/s10462-022-10143-2.

- [121] M. E. Morocho Cayamcela and W. Lim, "Artificial Intelligence in 5G Technology: A Survey," in *2018 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)*, IEEE, Oct. 2018, pp. 860–865. doi: 10.1109/ICTC.2018.8539642.
- [122] G. Luo, Q. Yuan, J. Li, S. Wang, and F. Yang, "Artificial Intelligence Powered Mobile Networks: From Cognition to Decision," *IEEE Netw.*, vol. 36, no. 3, pp. 136–144, May 2022, doi: 10.1109/MNET.013.2100087.
- [123] TM Forum, "GB 1002 Artificial Intelligence User Stories & Use Cases," 2019. Accessed: Dec. 04, 2023. [Online]. Available: <https://www.tmforum.org/resources/standard/gb1002-artificial-intelligence-user-stories-and-use-cases-v3-0/>
- [124] L. L. Hong Chen and Y. Chen, "Explore success factors that impact artificial intelligence adoption on telecom industry in China," *Journal of Management Analytics*, vol. 8, no. 1, pp. 36–68, 2021, doi: 10.1080/23270012.2020.1852895.
- [125] A. Karapantelakis, P. Alizadeh, A. Alabassi, K. Dey, and A. Nikou, "Generative AI in mobile networks: a survey," *Annals of Telecommunications*, Aug. 2023, doi: 10.1007/s12243-023-00980-9.
- [126] D. Bushaus, "Digital Transformation Tracker 7: cutting complexity with automation and AI," Jul. 2023. Accessed: Dec. 04, 2023. [Online]. Available: <https://inform.tmforum.org/research-and-analysis/reports/dtt7-cutting-complexity-with-automation-and-ai>
- [127] M. Stojanovic, Z. Bogdanovic, D. Barac, M. Radenkovic, and J. Mihajlovic-Milicevic, "The Role of AI in the Transformation of Mobile Operators," *Proceedings - 2019 International Conference on Artificial Intelligence: Applications and Innovations, IC-AIAI 2019*, pp. 90–94, Sep. 2019, doi: 10.1109/IC-AIAI48757.2019.00026.
- [128] A. Wooden, "The transformative effect AI is having on the telecoms sector," Telecoms.com. Accessed: Dec. 04, 2023. [Online]. Available: <https://www.telecoms.com/digital-ecosystem/the-transformative-effect-ai-is-having-on-the-telecoms-sector>
- [129] Ericsson Consumer & Industry Lab, "The zero-touch customer experience," 2018. Accessed: Dec. 04, 2023. [Online]. Available: [https://www.ericsson.com/4ac64d/assets/local/reports-papers/consumerlab/reports/2018/the\\_zero\\_touch\\_consumer\\_experience\\_consumerlab\\_rgb\\_screen.pdf](https://www.ericsson.com/4ac64d/assets/local/reports-papers/consumerlab/reports/2018/the_zero_touch_consumer_experience_consumerlab_rgb_screen.pdf)
- [130] TM Forum, "IG1182 The CSPs Guide to AI-Driven 360 Degree Customer Profiles R19.0.1," 2019. Accessed: Dec. 04, 2023. [Online]. Available: <https://www.tmforum.org/resources/standard/ig1182-csps-guide-ai-driven-360-degree-customer-profiles-r19-00/>
- [131] B. Levy and B. Graham, "TM Forum Future Architecture Strategy Discussion Paper." Accessed: Dec. 04, 2023. [Online]. Available: [https://www.tmforum.org/wp-content/uploads/2017/09/TM-FORUM-FUTURE-ARCHITECTURE-STRATEGY-v5\\_final.pdf](https://www.tmforum.org/wp-content/uploads/2017/09/TM-FORUM-FUTURE-ARCHITECTURE-STRATEGY-v5_final.pdf)
- [132] M. Lambert, "Zero as a navigation compass." Accessed: Jan. 09, 2024. [Online]. Available: <https://inform.tmforum.org/features-and-opinion/zero-as-a-navigation-compass>
- [133] R. I. Jony, A. Habib, N. Mohammed, and R. I. Rony, "Big Data Use Case Domains for Telecom Operators," in *2015 IEEE International Conference on Smart City/SocialCom/SustainCom (SmartCity)*, IEEE, Dec. 2015, pp. 850–855. doi: 10.1109/SmartCity.2015.174.
- [134] Orange, "Digital Twin – The digital twin reinvents industrial robotics with 5G SA." Accessed: Jan. 09, 2024. [Online]. Available: <https://5glab.orange.com/en/realisations/digital-twin-the-digital-twin-reinvents-industrial-robotics-with-5g-sa/>
- [135] M. Sanz Rodrigo, D. Rivera, J. I. Moreno, M. Álvarez-Campana, and D. R. López, "Digital Twins for 5G Networks: A Modeling and Deployment Methodology," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 38112–38126, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3267548.
- [136] Verizon, "5G-powered digital twin." Accessed: Jan. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.verizon.com/business/resources/5g/5g-business-use-cases/business-intelligence/digital-twin/>

- [137] H.-S. Hallingby *et al.*, “5G and Beyond 5G Ecosystem Business Modelling,” 2023. doi: 10.5281/zenodo.7640478.
- [138] Ericsson and Arthur D. Little, “Network slicing: A go-to-market guide to capture the high revenue potential,” 2021. Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: <https://foryou.ericsson.com/eso-network-slicing-value-potential-report.html>
- [139] 5G Automotive Association (5GAA), “5G-V2X onward.” Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: <https://5gaa.org/5g-technology/>
- [140] S. Russell, “5G and what it means for logistics.” DHL, 2023. Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.dhl.com/discover/en-au/logistics-advice/logistics-insights/5g-and-logistics>
- [141] Ericsson, “Network slicing: Top 10 use cases to target,” 2021. Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: <https://foryou.ericsson.com/eso-network-slicing-use-cases-report.html>
- [142] H. C. Leligou, T. Zahariadis, L. Sarakis, E. Tsampasis, A. Voulkidis, and T. E. Velivassaki, “Smart Grid: A demanding use case for 5G technologies,” in *2018 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, PerCom Workshops 2018*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Oct. 2018, pp. 215–220. doi: 10.1109/PERCOMW.2018.8480296.
- [143] GSMA, “GSMA | Smart Grid 5G Network Slicing - Future Networks.” Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.gsma.com/futurenetworks/wiki/smart-grid-5g-network-slicing/#>
- [144] R. Du, A. Mahmood, and G. Auer, “Realizing 5G smart-port use cases with a digital twin,” *Ericsson Technology Review*, vol. 2022, no. 13, pp. 2–11, 2022, doi: 10.23919/ETR.2022.9985778.
- [145] Ericsson, “Bringing the heat to stadiums: Monetizing 5G immersive experiences - Ericsson,” 2021. Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.ericsson.com/en/telecom-bss/forms/bring-the-heat-gated>
- [146] S. Strickland, “Making the 5G precision agriculture connection,” *Ericsson*. 2022. Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.ericsson.com/en/blog/6/2022/making-the-5g-precision-agriculture-connection>
- [147] Verizon, “5G in agriculture: How smart farming is transforming the oldest industry.” Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.verizon.com/about/news/5g-in-agriculture-smart-farming-transforming-industry>
- [148] Y. Bin Zikria, S. W. Kim, M. K. Afzal, H. Wang, and M. H. Rehmani, “5G mobile services and scenarios: Challenges and solutions,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 10, no. 10, p. 3626, Oct. 2018, doi: 10.3390/su10103626.
- [149] B. Dzagovic, B. Santos, J. Noll, V. T. Do, B. Feng, and T. Van Do, “Enabling smart home with 5G network slicing,” in *2019 IEEE 4th International Conference on Computer and Communication Systems, ICCCS 2019*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Feb. 2019, pp. 543–548. doi: 10.1109/CCOMS.2019.8821727.
- [150] J. Hemilä and J. Salmelin, “Business Model Innovations for 5G deployment in Smart Cities.” Accessed: Oct. 29, 2020. [Online]. Available: [www.ispim.org](http://www.ispim.org).
- [151] S. K. Rao and R. Prasad, “Impact of 5G Technologies on Smart City Implementation,” *Wirel Pers Commun*, vol. 100, no. 1, pp. 161–176, May 2018, doi: 10.1007/s11277-018-5618-4.
- [152] “5G-TOURS.” Accessed: Dec. 13, 2023. [Online]. Available: <https://5gtours.eu/>
- [153] L. Vignaroli *et al.*, “The Touristic Sector in the 5G Technology Era: The 5G-TOURS Project Approach,” in *2020 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps)*, 2020, pp. 1–6. doi: 10.1109/GCWkshps50303.2020.9367418.
- [154] “5G Solutions for European Citizens project.” Accessed: Dec. 13, 2023. [Online]. Available: <https://5gsolutionsproject.eu/>

- [155] “5GENESIS 5th Generation End-to-end Network, Experimentation, System Integration, and Showcasing.” Accessed: Dec. 13, 2023. [Online]. Available: <https://5genesis.eu/>
- [156] European Union, “5G for Smart Communities: second wave of projects co-funded under CEF Digital.” Accessed: Feb. 12, 2024. [Online]. Available: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/5g-smart-communities-second-wave-projects-co-funded-under-cef-digital>
- [157] P. Linder, R. Rosmarin, and H. Baur, “How the cellular ecosystem is evolving with the 4G to 5G transition,” Ericsson. Accessed: Dec. 09, 2023. [Online]. Available: <https://www.ericsson.com/en/blog/2022/6/cellular-ecosystem-evolution-4g-to-5g-transition>
- [158] 5G IA, “5G ecosystems,” 2021. Accessed: Dec. 09, 2023. [Online]. Available: [https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2021/09/White\\_paper\\_5G-Ecosystems\\_1-0-final.pdf](https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2021/09/White_paper_5G-Ecosystems_1-0-final.pdf)
- [159] S. Redana *et al.*, “5G PPP Architecture Working Group - View on 5G Architecture, Version 3.0.” Zenodo, Feb. 2020. doi: 10.5281/zenodo.3265031.
- [160] Ericsson, “5G monetization to improve top line revenue capture - Ericsson.” Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.ericsson.com/en/telecom-bss/5g-monetization>
- [161] Nokia, “5G Survey: The Path to 5G monetization,” 2022. Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.nokia.com/networks/monetization/5g-survey/>
- [162] Amdocs, “5G Monetization eBook.” Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: <https://solutions.amdocs.com/5G-monetization-bizd2e19.html>
- [163] Ericsson, *Ericsson Mobility Report June 2023 - Ericsson*. 2023. Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/reports/june-2023>
- [164] M. Ajami, “Understanding CSPs in the B2B2X ecosystem.” Accessed: Dec. 05, 2023. [Online]. Available: [https://www.ey.com/en\\_sa/tmt/understanding-csps-in-the-b2b2x-ecosystem](https://www.ey.com/en_sa/tmt/understanding-csps-in-the-b2b2x-ecosystem)
- [165] A. S. Chouhan, V. Sridhar, and S. Rao, “Service provider strategies in telecommunications markets: analytical and simulation analysis,” *Sādhanā* 2021 46:1, vol. 46, no. 1, pp. 1–10, Feb. 2021, doi: 10.1007/S12046-020-01535-7.
- [166] V. R. Djogatovic and M. Djogatovic, “Modelling Quality and Pricing in Next Generation Telecom Networks,” 2021, pp. 2365–2377. doi: 10.4018/978-1-7998-3473-1.ch163.
- [167] N. C. Luong, D. T. Hoang, P. Wang, D. Niyato, D. I. Kim, and Z. Han, “Data Collection and Wireless Communication in Internet of Things (IoT) Using Economic Analysis and Pricing Models: A Survey,” *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, vol. 18, no. 4, pp. 2546–2590, Oct. 2016, doi: 10.1109/COMST.2016.2582841.
- [168] S. Sen, C. Joe-Wong, S. Ha, and M. Chiang, “Smart Data Pricing,” *Smart Data Pricing*, vol. 9781118611, pp. 1–510, 2014, doi: 10.1002/9781118899250.
- [169] S. Dreyer, D. Olivotti, B. Lebek, and M. H. Breitner, “Focusing the customer through smart services: a literature review,” *Electronic Markets*, vol. 29, no. 1, pp. 55–78, Mar. 2019, doi: 10.1007/S12525-019-00328-Z/TABLES/7.
- [170] Ericsson, “What is the 5G Charging Function? - Ericsson.” Accessed: Dec. 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.ericsson.com/en/telecom-bss/forms/5g-charging-function>
- [171] Omdia and Tarifica, “5G Pricing Innovations, a joint e-book from Tarifica and Omdia.” Accessed: Dec. 10, 2023. [Online]. Available: <https://1b3a08-1e392.icpage.net/5g-pricing-innovations-a-joint-e-book-from-tarifica-and-omdia>
- [172] Ericsson, “Getting creative with 5G business models.” Accessed: Dec. 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.ericsson.com/en/telecom-bss/forms/bss-for-5g>
- [173] 3GPP TS 32.290 version 16.6.0 Release 16, *5G; Telecommunication management; Charging management; 5G system; Services, operations and procedures of charging using Service Based Interface (SBI)*.

- [174] R. Törnkvist and C. Shan, "Charging and Billing Architecture for 5G Network," *Journal of ICT Standardization*, vol. 7, no. 2, pp. 185–194, May 2019, doi: 10.13052/jicts2245–800X.728.
- [175] TM Forum, "City Platform Manifesto | TM Forum." Accessed: Dec. 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.tmforum.org/smart-city-forum/city-platform-manifesto/>
- [176] TM Forum, "Smart City Case Studies | TM Forum." Accessed: Dec. 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.tmforum.org/smart-city-forum/smart-city-case-studies/>
- [177] Deloitte China and China Unicom, "5G smart cities whitepaper," Jun. 2020. Accessed: Feb. 13, 2024. [Online]. Available: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/technology-media-telecommunications/deloitte-cn-tmt-empowering-smart-cities-with-5g-white-paper-en-200702.pdf>
- [178] X. He, K. Wang, H. Huang, and B. Liu, "QoE-Driven Big Data Architecture for Smart City," *IEEE Communications Magazine*, vol. 56, no. 2, pp. 88–93, Feb. 2018, doi: 10.1109/MCOM.2018.1700231.
- [179] A. E. Prieto, J. N. Mazon, and A. Lozano-Tello, "Framework for Prioritization of Open Data Publication: An Application to Smart Cities," *IEEE Trans Emerg Top Comput*, 2019, doi: 10.1109/TETC.2019.2893016.
- [180] B. Farnham, S. Tokyo, B. Boston, F. Sebastopol, and T. Beijing, *Fast Data Use Cases for Telecommunications How Fast Data Can Help Telcos Virtualize, Monetize, and Deal with the Data Deluge*. 2017. Accessed: Jan. 26, 2020. [Online]. Available: <http://oreilly.com/safari>
- [181] S. Brdar *et al.*, "Big data processing, analysis and applications in mobile cellular networks," in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 11400, Springer Verlag, 2019, pp. 163–185. doi: 10.1007/978-3-030-16272-6\_6.
- [182] GSMA, "GSMA | IoT Big Data Technical Resources | Internet of Things." Accessed: Dec. 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.gsma.com/iot/iot-big-data-technical-resources/>
- [183] "NGSI-LD-Entities." Accessed: Dec. 10, 2023. [Online]. Available: <https://github.com/sj-doyle/NGSI-LD-Entities>
- [184] M. Stojanović, "General Data Protection Regulation: Impact and Implications on Mobile Operators," in *Symposium proceedings - XVI International symposium Symorg 2018*, Zlatibor, Serbia, 2018, pp. 3–10.
- [185] M. Stojanović, "The Role of Spark and Kafka in the Processing of Fast Data in Telecommunications," in *Symposium proceedings - XVII International symposium Symorg 2020*, 2020.
- [186] K. McCaffrey, "An approach to digital ecosystem modeling | Tr3Dent." Accessed: Dec. 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.tr3dent.com/an-approach-to-digital-ecosystem-modeling/>
- [187] TM Forum 2019, "GB1000 Ecosystem Business Concepts & Principles R19.0.1 - TM Forum | TM Forum," 2019. Accessed: Dec. 09, 2023. [Online]. Available: <https://www.tmforum.org/resources/reference/gb1000-ecosystem-business-concepts-principles-r19-0-0/>
- [188] Ericsson Consumer & IndustryLab, "The future urban reality," Ericsson. Accessed: Dec. 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/consumerlab/reports/the-future-urban-reality>
- [189] P. Rinderud, "Technology for seniors can improve life quality - Ericsson." Accessed: Dec. 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.ericsson.com/en/blog/2021/3/technology-for-seniors>
- [190] ESI ThoughtLab, "Smart City Solutions for a Riskier World." Accessed: Dec. 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.smartcitiesworld.net/ebooks/ebooks/ebook-smart-city-solutions-for-a-riskier-world>
- [191] IPSOS, "5G Awareness & Needs." Accessed: Sep. 05, 2021. [Online]. Available: <https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2020-10/5g-awareness-needs-2020.pdf>
- [192] Ericsson Consumer & IndustryLab, "5G: The next wave," 2022. Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/consumerlab/reports/5g-next-wave>

- [193] V. Venkatesh, M. G. Morris, G. B. Davis, and F. D. Davis, "User acceptance of information technology: Toward a unified view," *MIS Q*, vol. 27, no. 3, pp. 425–478, 2003, doi: 10.2307/30036540.
- [194] V. Venkatesh, J. Y. L. Thong, X. Xu, Thong, and X. Xu, "Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology," *MIS Q*, vol. 36, no. 1, pp. 157–178, 2012, doi: 10.2307/41410412.
- [195] K. Tamilmani, N. P. Rana, S. F. Wamba, and R. Dwivedi, "The extended Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT2): A systematic literature review and theory evaluation," *Int J Inf Manage*, vol. 57, p. 102269, Apr. 2021, doi: 10.1016/J.IJINFOMGT.2020.102269.
- [196] V. A. T. Oliveira and G. D. Santos, "Information Technology Acceptance in Public Safety in Smart Sustainable Cities: A Qualitative Analysis," *Procedia Manuf*, vol. 39, pp. 1929–1936, Jan. 2019, doi: 10.1016/J.PROMFG.2020.01.239.
- [197] N. Almuraqab and S. Jasimuddin, "Factors that Influence End-Users' Adoption of Smart Government Services in the UAE: A Conceptual Framework," *The Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, vol. 20, no. July, pp. 11–23, 2017, Accessed: Sep. 05, 2021. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/318563834\\_Factors\\_that\\_Influence\\_End-Users%27\\_Adoption\\_of\\_Smart\\_Government\\_Services\\_in\\_the\\_UAE\\_A\\_Conceptual\\_Framework](https://www.researchgate.net/publication/318563834_Factors_that_Influence_End-Users%27_Adoption_of_Smart_Government_Services_in_the_UAE_A_Conceptual_Framework)
- [198] H. Yeh, "The effects of successful ICT-based smart city services: From citizens' perspectives," *Gov Inf Q*, vol. 34, no. 3, pp. 556–565, Sep. 2017, doi: 10.1016/J.GIQ.2017.05.001.
- [199] Y. A. Malchenko, "From digital divide to consumer adoption of smart city solutions: A systematic literature review and bibliometric analysis," *Vestnik of Saint Petersburg University. Management*, vol. 19, no. 3, pp. 316–335, 2020, doi: 10.21638/11701/spbu08.2020.302.
- [200] A. Habib, D. Alsmadi, and V. R. Prybutok, "Factors that determine residents' acceptance of smart city technologies," *Behaviour and Information Technology*, vol. 39, no. 6, pp. 610–623, Jun. 2020, doi: 10.1080/0144929X.2019.1693629.
- [201] "E-bike provider launches reward programme for sustainable travel - Smart Cities World." Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: <https://www.smartcitiesworld.net/news/e-bike-provider-launches-reward-programme-for-sustainable-travel-7187>
- [202] "Seattle transit operator introduces mobility rewards and incentive programme - Smart Cities World." Accessed: Dec. 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.smartcitiesworld.net/news/seattle-transit-operator-introduces-mobility-rewards-and-incentive-programme-7025>
- [203] "Belfast rewards its citizens for spending time in green spaces - Smart Cities World." Accessed: Dec. 04, 2023. [Online]. Available: <https://www.smartcitiesworld.net/news/belfast-rewards-its-citizens-for-spending-time-in-green-spaces-6496>
- [204] "Boston rewards citizens for shopping locally to aid recovery - Smart Cities World." Accessed: Dec. 04, 2023. [Online]. Available: <https://www.smartcitiesworld.net/news/boston-rewards-citizens-for-shopping-locally-to-aid-recovery-6333>
- [205] K. Nam, C. S. Dutt, P. Chathoth, and M. S. Khan, "Blockchain technology for smart city and smart tourism: latest trends and challenges," <https://doi.org/10.1080/10941665.2019.1585376>, vol. 26, no. 4, pp. 454–468, 2019, doi: 10.1080/10941665.2019.1585376.
- [206] Z. Bogdanović, A. Labus, M. Radenković, S. Popović, S. Mitrović, and M. Despotović-Zrakić, "A Blockchain-Based Loyalty Program for a Smart City," *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1367 AISC, pp. 360–370, Mar. 2021, doi: 10.1007/978-3-030-72660-7\_35.
- [207] M. Stojanović, M. Projović, L. Živojinović, D. Barać, and Z. Bogdanović, "A Survey on Centennials' Expectations of Mobile Operators," *Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol. 167, pp. 178–189, 2020, doi: 10.1007/978-981-15-1564-4\_18.
- [208] "Complete guide to GDPR compliance." Accessed: Dec. 11, 2023. [Online]. Available: <https://gdpr.eu/>

- [209] R. van den Dam, "The trust factor in the digital economy: Why privacy and security is fundamental for successful ecosystems," in 14th Asia-Pacific Regional Conference of the International Telecommunications Society (ITS): "Mapping ICT into Transformation for the Next Information Society", Kyoto, Japan, 24th-27th June, 2017. Calgary: International Telecommunications Society (ITS), 2017. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10419/168536>
- [210] M. Radenković, Z. Bogdanović, M. Despotović-Zrakić, A. Labus, D. Barać, and T. Naumović, "An IoT Approach to Consumer Involvement in Smart Grid Services: A Green Perspective," in *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer, Apr. 2020, pp. 539–548. doi: 10.1007/978-3-030-45688-7\_54.
- [211] M. Radenković, Z. Bogdanović, M. Despotović-Zrakić, A. Labus, and S. Lazarević, "Assessing consumer readiness for participation in IoT-based demand response business models," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 150, p. 119715, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.techfore.2019.119715.
- [212] F. Rahimi and A. Ipakchi, "Demand Response as a Market Resource Under the Smart Grid Paradigm," *IEEE Trans Smart Grid*, vol. 1, no. 1, pp. 82–88, Jun. 2010, doi: 10.1109/TSG.2010.2045906.
- [213] M. Radenković, Z. Bogdanović, M. Despotović-Zrakić, A. Labus, D. Barać, and T. Naumović, "An IoT Approach to Consumer Involvement in Smart Grid Services: A Green Perspective," in *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer, Apr. 2020, pp. 539–548. doi: 10.1007/978-3-030-45688-7\_54.
- [214] H. Hui, Y. Ding, Q. Shi, F. Li, Y. Song, and J. Yan, "5G network-based Internet of Things for demand response in smart grid: A survey on application potential," *Applied Energy*, vol. 257. Elsevier Ltd, p. 113972, Jan. 01, 2020. doi: 10.1016/j.apenergy.2019.113972.
- [215] Z. Bogdanović, M. Stojanović, M. Radenković, A. Labus, and M. Despotović-Zrakić, "Mobile Operator as the Aggregator in a Demand Response Model for Smart Residential Communities," *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol. 79, pp. 58–67, Aug. 2021, doi: 10.1007/978-3-030-79206-0\_5.
- [216] GSA, "5G - 5G-Ecosystem December 2023 Member Report," 2023.
- [217] M. Stojanović, "Monetization and pricing of the 5G-enabled smart residential services," in *2022 International Conference E-Business Technologies*, Belgrade, 2022, pp. 70–73.
- [218] C. M. Chao, "Factors determining the behavioral intention to use mobile learning: An application and extension of the UTAUT model," *Front Psychol*, vol. 10, no. JULY, p. 1652, 2019, doi: 10.3389/FPSYG.2019.01652/XML/NLM.
- [219] A. A. Alalwan, Y. K. Dwivedi, and N. P. Rana, "Factors influencing adoption of mobile banking by Jordanian bank customers: Extending UTAUT2 with trust," *Int J Inf Manage*, vol. 37, no. 3, pp. 99–110, Jun. 2017, doi: 10.1016/J.IJINFOMGT.2017.01.002.
- [220] P. Cardullo and R. Kitchin, "Being a 'citizen' in the smart city: up and down the scaffold of smart citizen participation in Dublin, Ireland," *GeoJournal*, vol. 84, no. 1, Feb. 2019, doi: 10.1007/s10708-018-9845-8.
- [221] J. F. Hair, G. T. M. Hult, C. M. Ringle, and M. Sarstedt, *A primer on partial least squares structural equations modeling (PLS-SEM)*. SAGE, 2014.
- [222] J. F. Hair, C. M. Ringle, and M. Sarstedt, "Partial Least Squares Structural Equation Modeling: Rigorous Applications, Better Results and Higher Acceptance," *Long Range Plann*, vol. 46, no. 1–2, pp. 1–12, Feb. 2013, doi: 10.1016/J.LRP.2013.01.001.
- [223] J. F. Hair, M. Sarstedt, C. M. Ringle, and J. A. Mena, "An assessment of the use of partial least squares structural equation modeling in marketing research," *Journal of the Academy of Marketing Science 2011 40:3*, vol. 40, no. 3, pp. 414–433, Jun. 2011, doi: 10.1007/S11747-011-0261-6.

- [224] M. Sarstedt, C. M. Ringle, D. Smith, R. Reams, and J. F. Hair, "Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): A useful tool for family business researchers," *Journal of Family Business Strategy*, vol. 5, no. 1, pp. 105–115, Mar. 2014, doi: 10.1016/J.JFBS.2014.01.002.
- [225] S. P. Gudergan, C. M. Ringle, S. Wende, and A. Will, "Confirmatory tetrad analysis in PLS path modeling," *J Bus Res*, vol. 61, no. 12, pp. 1238–1249, Dec. 2008, doi: 10.1016/J.JBUSRES.2008.01.012.
- [226] J. F. Hair, M. Sarstedt, L. Hopkins, and V. G. Kuppelwieser, "Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research," *European Business Review*, vol. 26, no. 2, pp. 106–121, 2014, doi: 10.1108/EBR-10-2013-0128.
- [227] C. M. Ringle, S. Wende, and J.-M. Becker, "SmartPLS 3." 2015.
- [228] C. Fornell and D. F. Larcker, "Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error:," <https://doi.org/10.1177/002224378101800104>, vol. 18, no. 1, pp. 39–50, Nov. 2018, doi: 10.1177/002224378101800104.
- [229] T. Braun, B. C. M. Fung, F. Iqbal, and B. Shah, "Security and privacy challenges in smart cities," *Sustain Cities Soc*, vol. 39, pp. 499–507, May 2018, doi: 10.1016/J.SCS.2018.02.039.
- [230] M. Stojanović, M. Radenković, S. Popović, S. Mitrović, and Z. Bogdanović, "A readiness assessment framework for the adoption of 5G based smart-living services," *Information Systems and e-Business Management*, vol. 21, no. 2, pp. 389–413, 2023, doi: 10.1007/s10257-023-00625-3.
- [231] NGMN, "6G Drivers and Vision," 2021. Accessed: Jan. 09, 2024. [Online]. Available: [https://www.ngmn.org/wp-content/uploads/NGMN-6G-Drivers-and-Vision-V1.0\\_final\\_New.pdf](https://www.ngmn.org/wp-content/uploads/NGMN-6G-Drivers-and-Vision-V1.0_final_New.pdf)
- [232] NGMN, "6G Position Statement," 2023. Accessed: Jan. 09, 2024. [Online]. Available: [https://www.ngmn.org/wp-content/uploads/NGMN\\_6G\\_Position\\_Statement.pdf](https://www.ngmn.org/wp-content/uploads/NGMN_6G_Position_Statement.pdf)
- [233] Hexa-X, "Hexa-X vision on 6G and research challenges." Accessed: Jan. 09, 2024. [Online]. Available: <https://hexa-x.eu/vision/>
- [234] European Telecommunications Network Operators' Association, "State of digital communications 2023," 2023. Accessed: Dec. 13, 2023. [Online]. Available: <https://etno.eu//downloads/reports/etno-state%20of%20digital%20communications%202023.pdf>
- [235] Ericsson, "Ericsson Mobility Report November 23," 2023. Accessed: Dec. 13, 2023. [Online]. Available: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/reports/november-2023>
- [236] D. Ramsay, "5G investment choices point to industry challenges," *TM Forum Inform*. Accessed: Dec. 13, 2023. [Online]. Available: <https://inform.tmforum.org/features-and-opinion/5g-investment-choices-point-to-industry-challenges>
- [237] PwC, "ROI or die: The 5G imperative for telecoms." Accessed: Dec. 12, 2023. [Online]. Available: <https://www.pwc.com/gx/en/issues/c-suite-insights/the-leadership-agenda/roi-or-die-the-5g-imperative-for-telecoms.html>

## Списак слика

Слика 1: Друштво 5.0 (адаптирано из [40] ).....	16
Слика 2: Еволуција пословних модела (адаптирано из [55]).....	18
Слика 3: Приказ оквира за развој пословног модела града – City Model Canvas (адаптирано из [59]).....	20
Слика 4: Оквир за развој пословног модела за мрежу учесика у паметном граду SC-BMC (адаптирано из [25]).....	21
Слика 5: Кључни принципи екосистема усредсређеног на људе (адаптирано из [9] ).....	23
Слика 6: Екосистем кључних заинтересованих страна (адаптирано из [67]).....	24
Слика 7: Екосистем хуманог и одрживог паметног града (адаптирано из [67]).....	24
Слика 8: Очекивано побољшање кључних параметара са новом генерацијом мобилних мрежа (адаптирано из [72]).....	28
Слика 9: Важност одређених параметара у различитим случајевима примене (адаптирано из [72] ).....	29
Слика 10: Основни елементи 5G мреже.....	30
Слика 11: Архитектура 5G core мреже (адаптирано из [73] ).....	31
Слика 12: Концепт сегментације мреже (енг. Network Slicing) (адаптирано из [81] ).....	32
Слика 13: Једна мрежа за више различитих намена.....	33
Слика 14: Позиционирање комуникационих захтева за RedCap случајеве коришћења.....	34
Слика 15: Захтеви који се односе на RedCap случајеве коришћења (адаптирано из [92] ).....	34
Слика 16: Учешће оператора у креирању вредности за крајњег корисника (адаптирано из [137] ).....	43
Слика 17: Комплексност окружења у којем настају 5G екосистеми (адаптирано из [157] ).....	44
Слика 18: Мрежа односа између учесника у екосистему паметног града (адаптирано из [19]).....	51
Слика 19: Сарадња у новим пословним екосистемима, (адаптирано из [137] ).....	53
Слика 20: Моделирање пословног екосистема (адаптирано из [137] ).....	54
Слика 21: UTAUT2 модел (адаптирано из [194] ).....	56
Слика 22: SSA модел (адаптирано из [200] ).....	57
Слика 23: Предлог вредности за учеснике у екосистему који захтева сервис број 1.....	60
Слика 24: Пословни модел за сервис број 1 приказан коришћењем SC-BMC оквира.....	61
Слика 25: Илустрација предложеног сценарија (адаптирано из [215] ).....	64
Слика 26: Предлог вредности за учеснике у екосистему који захтева сервис број 2.....	65
Слика 27: Пословни модел за сервис број 2 приказан коришћењем SC-BMC оквира.....	66
Слика 28: Сценарио у ком оператор нуди имерзивни тренинг (адаптирано из [217] ).....	68
Слика 29: Модел за испитивање утицаја на намеру понашања.....	73
Слика 30: Резултати примене PLS алгоритма.....	78
Слика 31: Утицај програма лојалности на интерес за појединачне сервисе.....	82
Слика 32: Мотивација и главни покретачи за 6G (адаптирано из [231] ).....	86

## Списак табела

Табела 1: Неки од могућих случајева коришћења у различитим привредним гранама .....	40
Табела 2: Примери 5GPPP пројеката са утицајем на живот у паметном граду .....	41
Табела 3: Примери пројеката у оквиру иницијативе „5G за паметне заједнице“ .....	42
Табела 4: Нови захтеви за решења које оператор користи за обрачун и наплату (енг. Billing and Charging) .....	49
Табела 5: Променљиве у предложеном оквиру .....	72
Табела 6: Демографски подаци .....	73
Табела 7: Информисаност о 5G мрежи .....	74
Табела 8: Резултати испитивања .....	76
Табела 9: Интересовање за појединачне сервисе .....	77
Табела 10: Очекивана корист .....	78
Табела 11: Оцена валидности модела .....	79
Табела 12: VIF вредности .....	79
Табела 13: Тестирање хипотеза .....	80
Табела 14: Програм лојалности .....	81

## 12 Биографија

Мирјана П. Стојановић рођена је 1970. године у Параћину, Србија. Школске 1988/1989 уписала је студије на смеру Рачунарска техника и информатика Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Дипломирала је 1993. године са просечном оценом 8.05 током студија и оценом 10 на дипломском испиту. Године 2014. завршила је међународно признате двогодишње мастер студије пословне администрације на COTRUGLI пословној школи у Београду (*AMBA accredited Executive MBA program*).

Докторске академске студије, студијски програм Информациони системи и квантитативни менаџмент, уписала је на Факултету организационих наука Универзитета у Београду 2017. године. Тренутно је студенткиња завршне године докторских студија на Факултету организационих наука, на студијском програму Информациони системи и квантитативни менаџмент, изборно подручје Електронско пословање.

Има тридесет година радног искуства у информационим и комуникационим технологијама. Од 2000. године ради у компанији *Ericsson* и активно сарађује са мобилним операторима у Србији и региону.

Резултати истраживања реализованих у оквиру докторске дисертације објављени су у више научних радова и саопштени на више међународних и домаћих скупова и конференција.

### Радови објављени у истакнутим међународним часописима (M22):

1. **Stojanović, M.**, Radenković, M., Popović, S., Mitrović, S. & Bogdanović, Z (2023) A readiness assessment framework for the adoption of 5G based smart-living services. *Information Systems and E-Business Management* 21, 389–413 (2023). ISSN: 1617-9846, <https://doi.org/10.1007/s10257-023-00625-3>, M22, IF(2022)=3.6

### Радови објављени у часописима од националног значаја (M50):

2. Kokolj S., **Stojanović M.**, Bogdanović Z. & Radenković B. (2019). Innovative IoT-based Business Models in Telecommunications. *The IPSI BgD Transactions on Advanced Research (TAR)*, January 2019, Volume 15, Number 1, 30-35 (ISSN 1820-4511), M53

### Радови објављени у зборницима са научних скупова од међународног значаја (M30):

3. **Stojanović M.** (2018), General Data Protection Regulation: Impact and Implications on Mobile Operators, *Symposium proceedings - XVI International symposium Symorg 2018*, M33
4. **Stojanović M.**, Bogdanović Z., Barać D., Radenković M. & Mihajlović-Milićević J. (2019). The Role of AI in the Transformation of Mobile Operators, *Proceedings - 2019 International Conference on Artificial Intelligence: Applications and Innovations, IC-AIAI 2019* (2019) 90-94, M33
5. **Stojanović M.**, Projović M., Živojinović L., Barać D. & Bogdanović Z. (2019). A Survey of Centennials' Expectations of Mobile Operators, *Proceedings - International Conference on Marketing and Technologies ICMarTech 2019* (2019) 178-188, M33
6. **Stojanović M.** (2020), The Role of Spark and Kafka in the Processing of Fast Data in Telecommunications, *Symposium proceedings - XVII International symposium Symorg 2020*, M33
7. **Stojanović, M.**, Radenković, M., & Bogdanović, Z. (2021). The role of a mobile operator in the enablement of responsible consumption in smart residential communities. *E-Business Technologies Conference Proceedings*, 1(1), 177–181. Retrieved from <https://ebt.rs/journals/index.php/conf-proc/article/view/84>, M33
8. Bogdanović, Z., **Stojanović, M.**, Radenković, M., Labus, A., & Despotović-Zrakić, M. (2021). Mobile Operator as the Aggregator in a Demand Response Model for Smart Residential Communities. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 79, 58–67. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-79206-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-79206-0_5), M33
9. **Stojanović, M.** (2022). Monetization and pricing of the 5G-enabled smart residential services. *E-Business Technologies Conference Proceedings*, 2(1), 70–73. Retrieved from <https://ebt.rs/journals/index.php/conf-proc/article/view/110>, M33

## Изјава о ауторству

Име и презиме аутора **Мирјана Стојановић**

Број индекса **5010/2017**

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

#### **5G сервиси мобилних оператора у ИТ екосистемима паметних стамбених заједница**

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

**Потпис аутора**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## **Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада**

Име и презиме аутора **Мирјана Стојановић**

Број индекса **5010/2017**

**Студијски програм Информациони системи и квантитативни менаџмент**

Наслов рада **5G сервиси мобилних оператора у ИТ екосистемима паметних стамбених заједница**

Ментор **проф. др Зорица Богдановић**

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањења у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

– Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране докторског рада.

– Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

**Потпис аутора**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

### **5G сервиси мобилних оператора у ИТ екосистемима паметних стамбених заједница**

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)

2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.

Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

**Потпис аутора**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
  2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
  3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
  4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
  5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
  6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.
-