

## ПАМЕТЕН ГРАД

**Сара Костевска, Билјана Читкушева Димитровска, Тодор Чекеровски,  
Марија Чекеровска и Сара Сребренкоска**

*Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип, Електротехнички факултет и Машински Факултет*

*e-mail(s): sara.20672@student.ugd.edu.mk, biljana.citkuseva@ugd.edu.mk,  
todor.cekerovski@ugd.edu.mk, marija.cekerovska@ugd.edu.mk, sara.srebrenkoska@ugd.edu.mk*

**Abstract:** The majority of the world's population today lives in developed urban areas. A large portion of global scientific organizations predict that by 2030, the population in urban areas will increase from 3.3 to 5 billion people. To ensure better living standards for the population, it is necessary to develop smart cities with modern technology and operational efficiency that will facilitate the daily lives of people. The main goal of implementing a smart city is to maintain, balance, and constantly upgrade economic, social, and environmental resources and costs. The emphasis is on maximizing the use of natural resources through energy savings (use of renewable energy), water, time, land, environmental quality, transportation, and maximizing the use of information and communication technology-based systems and services for professional management and their appropriate upgrading. To achieve this so-called "investment," besides the above-mentioned resources, we need to focus on whether our country can take on the entire risk of unforeseen natural disasters, but above all, whether it can financially invest and participate in maintaining and continuously upgrading it with the development of technology. By promoting this, our country would have significant benefits in terms of creating a better business sector in the market, greater competitiveness, and maximum improvement of the standard of living. The aim of this work is to create better functionality, smart connectivity, and organization of people with maximum use of natural resources, but above all not to pollute the environment and to improve people's health."

**Key words:** Technology, Natural resources, Upgrading, Green energy

**Куса содржина:** Најголем дел од населението во светот денес живее во развиени градски области. Голям дел од светските научни организации, предвидуваат дека до 2030 година ќе се зголеми населението од 3,3 до 5 милијарди луѓе во градските области. За да се обезбедат подобри стандарди на живеење за населението, потребно е да се развијат паметни градови со современа технологија и оперативна ефикасност која ќе го олесни секојдневниот живот на луѓето. Основната цел за имплементација (создавање) на паметен град е да се одржуваат, балансираат и постојано да се надградуваат економски, социјални, еколошки ресурси и трошоци. Акцентот се става на максимално искористување на природните ресурси, преку заштеда на енергија (користење на обновлива), вода, време, земјиште, квалитет на животната

средина, сообраќај и максимална употреба на системите и услугите кои се темелат на информациски и комуникациски технологии за професионално управување и нивно соодветно надградување. За остварување на оваа таканаречена “инвестиција“ освен горенаведените ресурси, треба да се фокусираме дали нашата држава може да го преземе целиот ризик од ненадејна природна катастрофа, но пред се дали може финансиски да инвестира и да учествува во одржувањето и негово постојано надградување со развојот на технологијата. Со промовирање на ова, нашата држава би имала големи придобивки, во поглед на создавање подобар бизнис сектор на пазарот, поголема конкурентност и максимално подобрување на животниот стандард. Целта на овој труд е создавање на подобра функционалност, паметна поврзаност и организираност на луѓето со максимално искористување на природните ресурси, но пред сè да не ја загадуваме околината и да го подобруваме здравјето на луѓето.

## **1. ВОВЕД**

Денес живееме во ера во која не само што се користат паметни телефони и часовници, сепак дури и нашите живеалишта стануваат паметни со најусовршена технологија на управување. Паметниот град е „урбан центар на иднината“ имплементиран со сложени социо – технички, социо – кибернетички системи и напредни технологии, сигурни и безбедни системи, еколошки зелени и ефикасни структури. Независно дали станува збор за вода, транспорт или струја кои овозможуваат користење на напредни интегрирани материјали, сензори, електроника и мрежи кои се поврзани со компјутеризирани системи составени од база на податоци и алгоритми за следење и планирање. Овој систем е еден од важните домени на апликацијата на Интернет на нештата (IoT), во кои паметните уреди од различни видови обезбедуваат напредни и подобри услуги за граѓаните. Освен што се паметни, градовите треба да бидат и самоодржливи во однос на производството, управувањето и трошењето на ресурсите на интелегентен начин. Бидејќи градовите растат во системи под влијание на променливите регионални и национални фактори, тие се развиваат заедно со неговата околина и се движат кон создавање на урбани простори кои директно ќе влијаат на нивниот развој со зголемување на метрополитанизацијата, урбанизацијата и населението во урбаните средини, додека од аспект на тоа се зголемуваат и економските, демографските, социјалните и еколошките проблеми во градовите. Во суштина целата замисла се однесува на холистички пристап кон нов пред се технолошки развој. Градот треба да обезбеди пристап до можните физички, потенцијални и социјални мобилности до различни степени кон самите корисници и институции.

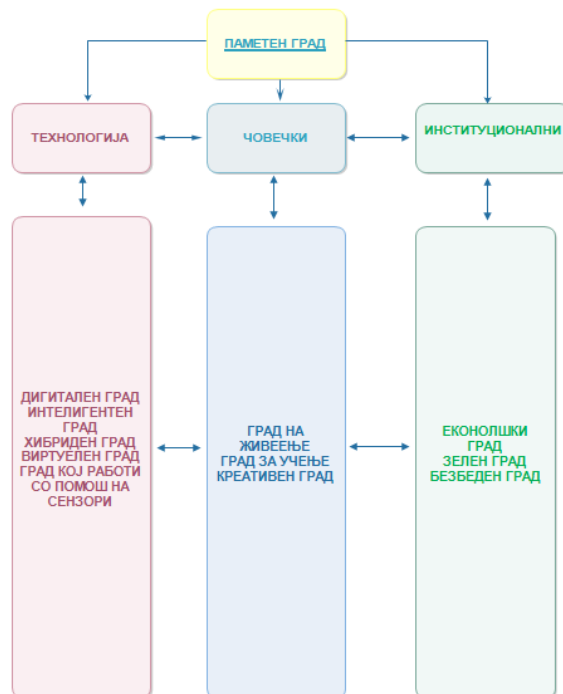
## **2. ДЕФИНИЦИЈА ЗА ПАМЕТЕН ГРАД**

Сè уште не е дефинирана универзална и општоприфатена дефиниција за паметен град, во која ја објаснува целата суштина на концептот кој се имплементира. Врз основа на тоа самата дефиниција може да се подели на повеќе аспекти при дефинирањето и развојот на паметниот град. Во еден дел ќе ја дефинираме технолошката ориентација, односно кои технологии ќе го поврзуваат градот со употребата на современи информации и комуникациска технологија. Самиот труд ќе се состои од друг дел кој ќе го дефинираат паметниот град во однос на производството на енергија, идниот просперитет на градот како урбан центар на иднината (безбеден, заштитен, еколошки и ефикасен). За самиот град битен е и факторот на човечката ориентација, односно осврт кон споделување култура, знаење, живот и мотивирање на самите

жители за подобар (напреден) културен и образовен живот. Битен фактор е како што спомнав погоре и еколошката, социјалната свест на луѓето за просперитетна институционална димензија на градот. Повеќедимензионалната дефиниција за паметен град покажува дека тој претставува холистички пристап кон развојот, фокусирајќи се на неговите бројни детерминанти [1].

Три основни атрибути на паметниот град:

- Технологија;
- Човечки;
- Институционални;



Сл. 1. Атрибути на паметен град

На сликата 1 се прикажани основните атрибути кои го осликуваат но и олеснуваат функционирањето на паметниот град, со помош на сензори, актуатори, хибридни системи, виртуелни системи, еколошки и економски пристапни за жителите но и за посетителите на самиот град.

### 3. КОМПОНЕНТИ НА ПАМЕТЕН ГРАД

Иако не постои точно определена дефиниција за паметен град, можеме да ги опишеме составните компоненти и подкомпоненти кои во основа се интегрирани од економијата, луѓето, животната средина, образованието, мобилноста и управувањето.

*Паметни луѓе* кои социјално имаат интеракции и поврзаност со јавниот живот, високото образование и се отворени кон светот за создавање на нови интеракции и достигнувања.

*Паметната економија* е интеракцијата и конкурентноста на градот кон создавање на иновации, претприемништво, продуктивност, флексибилност, но пред се вршат интеграција со домашниот и светскиот пазар. Информациите и комуникациските технологии се користат за развој на е – бизнис и е – трговија, но и за подобрување на можностите поврзани со производството, услугите, испораката и иновациите, новите производи, и бизнис модели [2].

*Паметно ракување (користење)* се поврзува со администрацијата и квалитетот на услуги кои им се нудат на жителите при донесување на одлуки за градот. Информациите и комуникациските технологии се усовршуваат односно апдејтираат со користење на различни апликации и е – платформи со цел да го олеснат животот и услугите на самите жители во градот. Социјални интеракции за поддршка на ИКТ и создавање на нови подобрувања на постоечкиот живот, безбедноста и пред се здравјето на луѓето.

*Мобилноста* се однесува на услугите и информациите кои се достапни за јавноста при пристапот и користењето на различни технологии кои им го олесуваат животот. Пример за мобилност е градот во кои има електрични јавни автобуси, автомобили, тротинети и многу други напредни технологии.

*Паметна средина*, средина во која има природни услови за живеење (зелени површини), повторна употреба и замена на ресурси, ефикасно управување и сортирање на отпадот, употреба на обновливи извори на енергија и фокус кон зелено урбанистичко планирање.

Главната цел на ова подглавје е функционалноста на градот и инфраструктурата која ги диктира условите за живот и работа. Инфраструктурата треба редовно и системски да се модернизира (поедноставува) во согласност со потребните релативни урбани потреби.

Паметните градови можат да се наречат MESH градови:

- (1) М за Mobile – мобилни мрежи каде се обработуваат и зачувуваат податоци во реално време;
- (2) Е за ефикасно – ефикасно управување на сите компоненти кои се составен дел при управувањето со паметниот град (економијата, сообраќајот, енергијата, водата, образованието, здравството итн.);
- (3) S за суптилните системи кои се лесно управуваат од страна на луѓето;
- (4) Н за хеуристика – козистентно подобрување засновано на хеуристика, што согласност со системот се саморефлексира, се прилагодува на себе и се ориентира кон луѓето [4].



Сл. 2. Компоненти на паметен град

На слика 2 се претставени петте основни компоненти на паметниот град, балансирајќи ја трговијата (економијата), природните ресурси (обновлива енергија, вода), управување со отпадите и нивно рециклирање и сортирање, технологијата (мобилноста) но пред сè баланс и усовршување за подобро здравство и образование.

#### 4. ПАМЕТНИ САМООДРЖЛИВИ ЧОВЕЧКИ ГРАДОВИ И НАСЕЛБИ

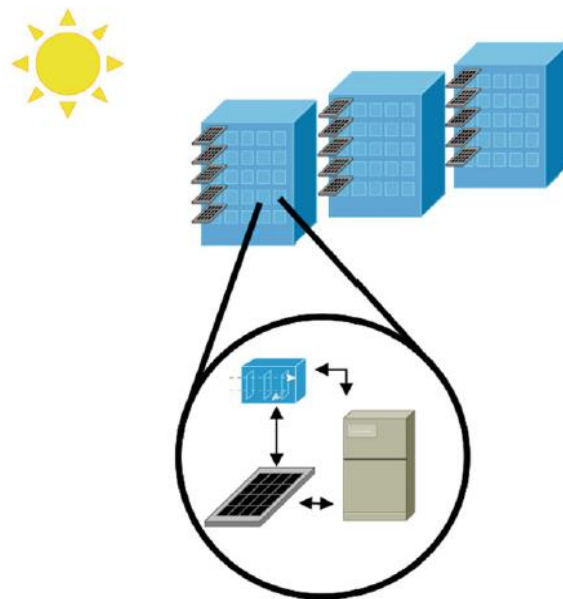
Паметниот самоодржлив систем е составен од индивидуални единици кои се меѓусебно поврзани во мрежната инфраструктура и вршат размена на податоци и ресурси. Овој моделиран систем ја олеснува симулацијата преку софтверски платформи со кодирање и користење на најсофистицирани програмски јазици. Самите системи вршат самоодржливост преку балансирање на произведени, складирани и потребни ресурси. Кај малите единици, карактеристично е дека се поврзани со ресурси односно протоци (канални) преку кои се врши размена на податоци и комуникации до целосна форма или форма на график. Ова е само карактеристично за малите единици или системи, а е невозможно во случај со градовите. Овој механизам е најкарактеристичен бидејќи се врши одржлива комуникација со сите други подсистеми со цел да дојде до неприкинатото споделување и размена на податоци. За да се реши овој проблем потребно би било да се развијат единици со рекурзивна хиерархиска структура. Решението е поставување на агенди или единици на повеќе нивоа, во кои ќе се споделуваат ресурси и бараат приговори помеѓу организациски единици од исто ниво, за да се намали бројот на пораки кои постојано се зголемува и имплементира. За да бидат овие нивоа поврзани помеѓу себе ќе се воведат таканаречен лидер кој мора да управува со механизмите за самоодржливост и со податоците и работните времиња од едно на друго ниво.

Пример кои најдобро ќе го објасни горенаведениот дел за организацијата на градовите и населбите по нивоа [5]:

Паметен самоодржлив град кој се состои од 3 згради, секоја зграда има 5 станови, додека секој стан има паметен фотоволтаичен систем, паметна батерија и ладилник кој ги извршува улогите на производител, потрошувач и складиште. Да се претпостави дека овој град е организиран на три организациски нивоа:

- (1) Стан ниво, односно секој поединечен стан е организациона единица со единица за батерија;
- (2) Ниво на зграда;
- (3) Ниво на град, составен од сите три згради, при што првата зграда е претварач.

Можеме да воочиме дека во нивото на градот, вистински претварач е единицата за батерии од приземјето на првата зграда, која има улога на две повисоки нивоа. Поради географската локација, првата зграда има најдобра ориентација кон сонцето, додека фотонапонските панели на другите две згради завршуваат во сенка на првата. На овој начин, батериските единици на првата зграда се наплаќаат подолго, со што може да дојде и до ситуација да не може да се складира никаква дополнителна електрична енергија. Да се претпостави дека единицата за батерии е на четвртиот кат од првата зграда и е прво ниво во кое ќе се достигне целосно полнење и овде може да се иницира споделување на вишокот на енергија во батериските системи на едно исто ниво. За кратко време, овие единици можат да добијат дополнителна електрична енергија од фотоволтаичниот панел над нив, но потоа набргу тие еден по друг ќе станат целосно наполнети. Во тој момент, претварачот на приземјето ќе иницира преговарање на повисоко ниво и ќе констатира дека втората зграда има доволно простор да се грижи за вишокот на електрична енергија која доаѓа од фотоволтаичниот панел на првата зграда. Електричната енергија од овие панели се пренасочува кон приземјето од првата зграда, а потоа од приземјето на втората зграда. За единицата на батерии можеме да кажеме дека прво се иницира со батериски единици на исто ниво и добива информации дека ниту една од батериските единици во третата зграда нема доволно резервна електрична енергија за споделување.



Сл. 3. Пример за паметен самоодржлив град и населба [6]

На слика 3 е прикажан еден пример кој е детално разработен во горниот пасус. Примерот е всушност тенденција како луѓето треба да го осмислат секојдневниот живот во кои потрошувачката на своите домови во населбите ќе ја сведат на минимум, во економска смисла, а ќе се насочуваат кон користење на обновливи извори на енергија, во овој случај сончева енергија, а вишокот ќе биде складиран во батерија која со помош на хибриден инвертор ќе овозможи повторно искористување на енергијата од фотоволтаичниот панел.

## **5. ТЕХНОЛОГИЈА (ТЕХНОЛОШКИ ФАКТОРИ)**

Паметните градови зависат исклучително од технологијата која им обезбедува различни услуги на граѓаните. IoT вклучува голем број на еминенти и смарт уреди кои овозможуваат бесплатен пристап до голем број на информации на најпосетуваниите онлајн сајтови и апликации. Голем број на истражувања покажуваат дека некои IoT архитектури се специјално дизајнирани за урбаните паметни градови. Еден од најразвиените секојдневни примери, за оваа смарт технологија е тоа што паметните возила може да комуницираат со пешаците користејќи 5G или Wi-Fi пристап. Тие не само што комуницираат со пешаците, туку комуницираат и со останатите институции во околината.

*Сајбер напади:* Постојат голем број на закани и напади кои ја отежнуваат работата не само на паметните мрежи во градот туку и на одредени смарт уреди кои им се неопходни во секојдневниот живот на граѓаните. Сепак голем број на специјалисти во светот работат за да се намалат големиот број на напади како што се, пробивање на софтверските системи на кои се гледа целиот процес од претварање до дистрибуција на исклучиво еко енергија, закани преку локации, GPS, Wi – Fi и многу други. Голема предност е тоа што секој од овие системи е толерантен на грешка. Сајбер физичките системи се интеграции на пресметување, вмрежување и се исто така интернетот на нештата.

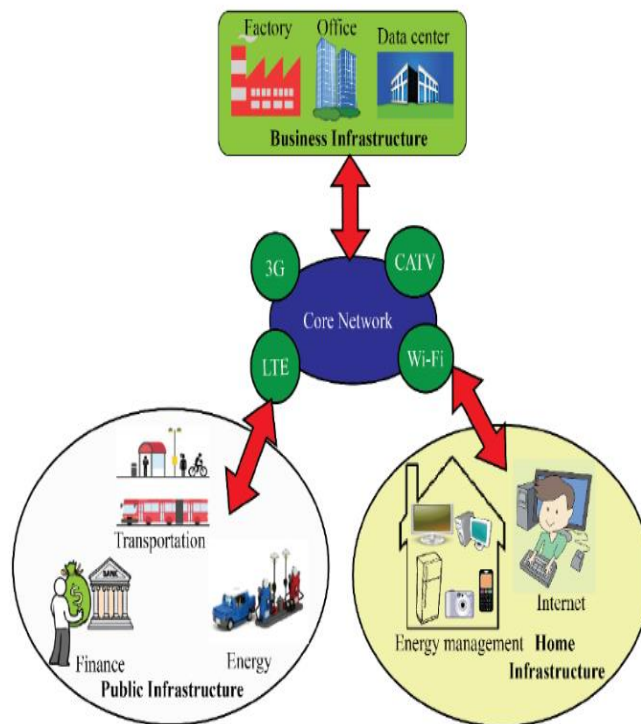
### **5.1. РАДИОФРЕКВЕНТНА ИДЕНТИФИКАЦИЈА**

Радиофреквентната идентификација е присутна и се користи во животната средина, индустријата и мобилноста. Оваа технологија на користење е исто така склона на различни безбедносни сајбер закани и напади. Овој систем може да прифати два опсега на фреквенција, ниска фреквенција од 125 kHz, 225 kHz, 13,65 MHz и висока фреквенција од 433 MHz, 915 MHz, 2,45 GHz, 5,8 GHz.

## **6. ПАМЕТНИ МРЕЖИ**

Суштински фактор за развојот на паметните градови се всушност паметните мрежи кои управуваат со енергијата која им е потребна на смарт градовите. Паметната мрежа се состои од различни извори на енергија (обновливи или конвенционални), паметни броила, механизми за оперативна контрола, механизми за балансирање на оптоварување, механизми толерантни за грешки и за ефикасна и сигурна испорака на енергија до крајниот корисник од различни извори на енергија, односно тие претставуваат сензори и комуникациски канали низ кои протекува и се дистрибуира потребната енергија [7]. Главна ставка на овој дел е всушност да се стремиме од системи кон максимизирање на енергетската ефикасност со обезбедување на

потребна количина на електрична енергија во зависност од побарувачката. Една од најпознатите хибридни мрежи е VANET – WSN, проширена со распределување на безжични јазли покрај патот особено по автопатите. Самите сензори дејствуваат во принцип на контрола и следење на протоколот на самиот сообраќај во реално време. Целта на оваа мрежа е да се подобри транспортот и да не биде толку отежната комуникацијата помеѓу смарт уредите и луѓето. Исто така оваа мрежа може да комуницира со останатите технологии на мрежи како што се 5G, LTE и други. Големите податоци за енергија заедно со аналитиката во реално време им помогна на паметните мрежи да се развиваат и да станат самостојни при утврдување на дефекти од далечина. Во паметните мрежи, брзината на собирање податоци може да варира од пар-секунди (на пр. статус на инфраструктура, и трансформатори) до неколку минути (паметни броила) [8]. Собраните податоци треба да се пренесат во даден период (временска вредност на информациите) и синхронизираат до одреден напон и фреквенција без никакви флукуации [9]. Паметното мерење на енергијата е важен дел од смарт градот, при што ќе се олесни времето кое е потребно за некој да ја евидентира потрошувачката на енергија. Во денешно време за складирање на вишокот на енергија се користат литим – јонски батерии или горивни ќелии кои можат да обезбедат ефикасно складирање и испорака со подолг временски период.



Сл. 4. Паметна инфраструктура [10]



## **7. СЕКТОР ЗА ЕНЕРГЕТИКА (ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА)**

Изворите на енергија се различни, вклучувајќи соларни, фосилни горива, гас, електрична енергија и батерија. Енергијата не може ниту да се создаде ниту да се уништи, туку може да се трансформира од една во друга форма [11]. Во последните неколку години, покрај традиционалните форми на енергија, многу други термини се поврзани со неа, вклучувајќи и чиста енергија, зелена енергија, одржлива енергија, обновлива енергија и паметна енергија [12]. Стравот дека изворите на енергија достапни за човечка потрошувачка ќе бидат исцрпени ги поттикна овие нови термини поврзани со енергијата [13]. Чистата енергија или зелената енергија сугерира дека потрошувачката на енергија има многу минимално негативно влијание врз животната средина [14]. По енергетската револуција, самото производство на електрична енергија е децентрализирано. Потрошувачите (домаќинствата, индустријата) во голема мера самите ќе произведуваат електрична енергија. Сите единици кои се напојуваат ќе работат целосно врз основа на зелена (обновлива) енергија. Основното комунално претпријатие ќе ги одржува во резерва флексибилните постројки за снабдување на електрична енергија на краток рок на ефикасен начин доколку има вонредна ситуација и нема доволно за снабдување со обновлива енергија. Резервните капацитети служат за да се обезбеди снабдување со електрична енергија, но сепак и за да се одговори на побарувачката, управувањето со оптоварувањето и контролата на електричната мрежа. Домаќинствата генерално можеме да ги наречеме продавачи, односно тие ќе произведуваат, складираат електрична енергија во мрежата со помош на двонасочни електрични мрежи. Погolem дел од произведувачите или неколку мали локални единици за напојување можат да се поврзат и интегрираат во системи за напојување со урамнотежена енергија во зависност од побарувачката на пазарот. Сепак вишокот на енергија може да се складира во батериски системи кои со текот на времето ќе се развијат и стануваат се повеќе комерцијални до таа мера што ќе се овозможи термално складирање кое ќе биде достапно во иднина. Возилата со горивни ќелии ќе трошат водород за привремено складирање на електрична енергија и надоместување при врвни оптоварувања. Различните производители, системи за складирање, потрошувачи на мрежна опрема ќе бидат меѓусебно поврзани и управувани преку нивно поврзување преку комуникациски паметни мрежи. Паметните мрежи ќе бидат имплементирани до тој степен да координираат универзални имплементирани броила за да произведуваат огромни количини на податоци.

## **8. ЗАКЛУЧОК**

Клучни аспекти за дефинирањето на концептот на паметниот град е пред се IoT и сајбер физичките системи кои имаат голема улога во инфраструктурата на технологијата, информатиката и пред се комуникациската технологија. Суштината на овој концепт е најдобро дефиниран во делот на холистичкиот пристап до основните компоненти на смарт градот. Потребите за развивање и имплементација на паметниот град се зголемува од ден на ден, паралелно со постојаниот развој на новите технологии. Управувањето од страна на побарувачката ќе игра клучна улога во намалувањето на максимално оптоварување во паметните градови. Во блиска иднина, се смета дека услугите на паметните градови ќе бидат незаменливи.

## РЕФЕРЕНЦИИ

- [1] Wojciech Kozłowski1, Kacper Suwar *Submitted 01/07/21, 1st revision 28/07/21, 2nd revision 23/08/21, accepted 15/09/21*, Smart City: Definitions, Dimensions, and Initiatives.
- [2] Wojciech Kozłowski1, Kacper Suwar, (*Submitted 01/07/21, 1st revision 28/07/21, 2nd revision 23/08/21, accepted 15/09/21*), Smart City: Definitions, Dimensions, and Initiatives.
- [3] Lata Nautiyal, Preeti Malik and Amit Agarwal, Chapter 2 Cybersecurity System: An Essential Pillar of Smart Cities, : Smart Cities, Development and Governance, Frameworks.
- [4] Wojciech Kozłowski1, Kacper Suwar, (*Submitted 01/07/21, 1st revision 28/07/21, 2nd revision 23/08/21, accepted 15/09/21*), Smart City: Definitions, Dimensions, and Initiatives.
- [5] Wojciech Kozłowski1, Kacper Suwar, (*Submitted 01/07/21, 1st revision 28/07/21, 2nd revision 23/08/21, accepted 15/09/21*), Smart City: Definitions, Dimensions, and Initiatives.
- [6] Igor Tomičić, Bogdan Okreša Đurić and Markus Schatten, Chapter 1 Modeling Smart Self-sustainable Cities as Large-Scale Agent Organizationsn the IoT Environment, Smart Cities, Development and Governance, Frameworks.
- [7] Igor Tomičić, Bogdan Okreša Đurić and Markus Schatten, Chapter 1 Modeling Smart Self-sustainable Cities as Large-Scale Agent Organizationsn the IoT Environment, Smart Cities, Development and Governance, Frameworks.
- [8] Vidyasagar Potdar, Anulipt Chandan, Saima Batool and Naimesh Patel, Chapter 8 Big Energy Data Management for Smart Grids—Issues, Challenges and Recent Developments, Smart Cities, Development and Governance, Frameworks.
- [9] Vidyasagar Potdar, Anulipt Chandan, Saima Batool and Naimesh Patel, , Chapter 8 Big Energy Data Management for Smart Grids—Issues, Challenges and Recent Developments, Smart Cities, Development and Governance, Frameworks.
- [10] Vidyasagar Potdar, Anulipt Chandan, Saima Batool and Naimesh Patel, Chapter 8 Big Energy Data Management for Smart Grids—Issues, Challenges and Recent Developments, Smart Cities, Development and Governance, Frameworks.
- [11] Saraju P.Mohanty, Uma Choppali, Elias Kougianos, Everything You wanted to Know abaout Smart Cities.
- [12] Saraju P.Mohanty, Uma Choppali, Elias Kougianos, Everything You wanted to Know abaout Smart Cities.
- [13] Saraju P.Mohanty, Uma Choppali, Elias Kougianos, Everything You wanted to Know abaout Smart Cities.
- [14] Saraju P.Mohanty, Uma Choppali, Elias Kougianos, Everything You wanted to Know abaout Smart Cities.