

**АЛФА БК УНИВЕРЗИТЕТ
ФАКУЛТЕТ ИНФОРМАЦИОНИХ ТЕХНОЛОГИЈА**



**Модел унапређења информационих система у
функцији побољшања пословања грађевинских
предузећа у Србији**

- докторска дисертација -

Ментори:

Проф. др Небојша Денић

Доц. др Ненад Глигорић

Кандидат:

мр Вук Б. Вујовић

Београд, јун 2021.

**ALFA BK UNIVERSITY
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY**



**Advanced Information Systems Modelling in Light of
Improvement of Construction Companies doing
Business in Serbia**

- Doctoral dissertation -

Mentor:

Prof. Dr. Nebojša Denić

Ass. Prof. Dr. Nenad Gligorić

Candidate:

Vuk B. Vujović, MSc (MA)

Belgrade, June 2021



ИЗЈАВА МЕНТОРА О ПРОЦЕНИ ОРИГИНАЛНОСТИ И САГЛАСНОСТИ ЗА ПРЕДАЈУ УРАЂЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Овим изјављујемо да смо након прегледаног рукописа докторске дисертације сагласни да кандидат Вук Вујовић може да преда Служби за последипломске студије Алфа БК Универзитета урађену докторску дисертацију под називом:

МОДЕЛ УНАПРЕЂЕЊА ИНФОРМАЦИОНИХ СИСТЕМА У ФУНКЦИЈИ ПОБОЉШАЊА ПОСЛОВАЊА ГРАЂЕВИНСКИХ ПРЕДУЗЕЋА У СРБИЈИ

ради организације њене оцене и одбране. Докторска дисертација садржи оригиналан научни допринос који се састоји из квалитативне и квантитативне анализе досадашње праксе примене информационо-комуникационих технологија и софтверских алата, и утврђивања ефеката њихове примене у грађевинским предузећима у Републици Србији. Актуелност ове теме, не само данас, већ и у будућности, заснива се на оригиналном, методолошки постављеном приступу, када ће употреба предложеног модела информационог система бити незаобилазни извор информација у грађевинским предузећима. Резултати и закључци ове докторске дисертације представљају својеврстан допринос примени информационих система у пословању, чинећи га ефикаснијим и ефективнијим. Практични допринос ове дисертације се огледа у чињеници да резултати и открића у овом раду могу користити грађевинским предузећима да идентификују постојеће проблеме у примени и имплементацији ових софистицираних технологија. Добијени резултати помоћи ће грађевинским предузећима и Влади Републике Србије да креирају своје планове и политике у циљу повећања ефикасности примене информационо-комуникационих технологија у привреди.

У Београду,

Др Небојша Денић, ванредни професор, Универзитет у Приштини, Природно-математички факултет са привременим седиштем у Косовској Митровици, *коментор*,

Др Ненад Глигорић, доцент, Алфа БК Универзитет, Факултет информационих технологија, Београд, *коментор*,



КОМИСИЈА ЗА ПРЕГЛЕД, ОЦЕНУ И ЈАВНУ ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. Др Лазар Кобања, ванредни професор, Алфа БК Универзитет, Факултет информационах технологија, Београд, председник Комисије
2. Др Небојша Денић, ванредни професор, Универзитет у Приштини, Природно-математички факултет са привременим седиштем у Косовској Митровици, коментор
3. Др Ненад Глигорић, доцент, Алфа БК Универзитет, Факултет информационах технологија, Београд, коментор
4. Др Александар Закић, доцент, Алфа БК Универзитет, Факултет информационах технологија, Београд, члан
5. Др Горан Кековић, доцент, Алфа БК Универзитет, Факултет информационах технологија, Београд, члан.

Датум усмене одбране:



ЗАХВАЛНИЦА

Захваљујем се свима који су на било који начин помогли да урадим ову докторску дисертацију, а посебно се захваљујем свом ментору проф. др Небојши Денићу на несебичној помоћи при изради, као и мојој супрузи Тијани и кћерки Анђелији на подршци коју сам имао.

САЖЕТАК

У овој докторској дисертацији предложена су нека побољшања процеса рада у грађевинским системима која могу обезбедити ефикасније и јефтиније пословање у разматраном сектору у Републици Србији. Предлаже се коришћење одговарајућих модела, алата и концепата заснованих на новим технолошким решењима у циљу постизања вишег степена ефикасности рада, што потенцијално резултује ефикаснијем и јефтинијем пословању.

Такође је предложено и коришћење интелигентних информационих система. Да би се имплементирао такав систем у грађевинским системима неопходно је коришћење велике количине података (складиште података) у реалном времену. Поред историјских и трансакцијских података неопходни су и подаци из окружења. До тих података у реалном времену долази се коришћењем нових технологија, а самим тим се и рад дигитализованих информационих система грађевинских предузећа подиже на виши ниво, а све у функцији побољшања и појефтинјења њиховог рада и пословања. Предлаже се коришћење следећих алата и информатичких ресурса у оквирима модификованог приступа моделирања информационог система у грађевинском сектору:

1. Рачунарство у облаку - као скуп мрежних сервиса;
2. *Building Information Modeling* - као основа за пројектовање, симулацију и сарадњу кроз све фазе грађевинског пројекта;
3. Коришћење дрона - који смањују време и ресурсе потребне за фотограметрију и мапирање;
4. Интернет ствари - који омогућавају праћење рада и учинка свих запослених, грађевинских машина и уређаја;
5. Примена сензора као система за аналогну-дигиталну трансформацију података.

Рачунарство у облаку омогућава изнајмљивање информатичких ресурса (хардвера, софтвера и одговарајућих услуга) који се могу добити по нижим ценама уместо да се купују.

Building Information Modeling представља интелигентан модел података који служи као основа за пројектовање, симулацију и сарадњу кроз све фазе грађевинског пројекта, а може се изнајмити као ресурс рачунарства у облаку или евентуално и купити.

Дрони смањују време и ресурсе потребне за фотограметрију и мапирање, а коришћењем са софтверима за 3Д моделовање могу се ефикасно примењивати у свакој фази процеса пројектовања и изградње.

Концепт интернет ствари може обезбедити велику количину података у реалном времену, неопходних за моделовање информационог система заснованог на пословној интелигенцији, а обезбеђује пословну аналитику, информационо моделовање изградње, контролу грађевинских машина и уређаја, и друго.

Употребом предложених алата и концепата, дефинисан је нови приступ у моделирању информационих система у функцији побољшања пословања грађевинских предузећа у Србији.

Кључне речи: *информационо комуникационе технологије, информациони системи, побољшање пословања, знање, грађевинска предузећа, рачунарство у облаку, дрони, интелигентни модели података, интернет ствари, индустрија 4.0.*

SUMMARY

The doctoral dissertation entitled „*Advanced Information Systems Modelling in Light of Improvement of Construction Companies doing Business in Serbia*“ emphasises certain improvements of the work process in construction systems, which can provide more efficient and inexpensive (cut-rate, cost-effective) business in the considered sector in the Republic of Serbia. The appropriate models, tools and concepts based on new technological solutions are proposed to be used to achieve a higher degree of work efficiency that potentially results in a more efficient and economical way of doing business.

The use of advanced intelligent information systems has also been suggested. In order to be able to implement such systems in construction companies, the use of large amount of data – big data in real time is necessary. In addition to historical and transactional data, indicators taken from the environment (environmental data) are also crucial. By use of new technologies, these data are obtained in real time and thus the work of digitalised information systems of construction companies is raised to a higher level leading to the companies' improvement and making their work less expensive.

The advanced information systems modelling approach in the construction sector proposes the use of tools and IT resources, as follows:

1. *Cloud Computing* – as a set of network services;
2. *Building Information Modelling* – as a foundation for the design simulation and cooperation through all phases of the construction project;
3. *Use of Drones* – to reduce time and resources required for photogrammetry and mapping;
4. *Internet of Things (IoT)* – to enable monitoring of the work and performance of all employees, construction machinery and devices;
5. *Application of Sensors* – as a system for analog-digital data transformation.

Cloud computing may allow a company to rent IT resources (hardware, software and similar services) that can be obtained at lower prices instead of being purchased.

Building Information Modelling is an intelligent data model that serves as a foundation for the design, simulation and collaboration through all phases of a construction project and can be rented as cloud computing resource or even purchased.

Drones reduce the time and resources required for photogrammetry and mapping, and when used with 3D modeling software, drones can efficiently be applied at every stage of the design and construction process.

Internet of Things as a concept provides a large amount of real-time data necessary for information system modelling that is based on business intelligence. It provides business analytics, construction information modelling, control of construction machinery and equipment, etc.

The aforementioned tools and concepts are used and have defined advanced information systems modeling approach that can improve the way how construction companies will be doing business in Serbia.

Keywords: *information and communication technologies, information systems, business improvement, knowledge, construction companies, cloud computing, drones, Internet of Things, intelligent data models, the industry 4.0.*

Списак слика

Слика 2.1. Утицај инвестиција у грађевинској индустрији на економију у Великој Британији	14
Слика 2.2. Мултипликатори по индустријама	15
Слика 2.3. Утицај инвестиција у грађевинској индустрији на економију у Новом Зеланду.....	16
Слика 3.1. Основна концепција ЕРП решења	38
Слика 3.2. Могућности праћења уз ЕРП систем	40
Слика 5.1. Приказ функционалности рачунарства у облаку	68
Слика 5.2. Сервиси рачунарства у облаку	69
Слика 5.3. Куповина рачунарских ресурса за покриће екстерних оптерећења	73
Слика 5.4. Губитак неуслужених корисника уз стварање лоше репутације	73
Слика 5.5. Трошкови коришћења рачунарства у облаку	75
Слика 5.6. Објекти из стварног света представљени у ГИС-у.....	77
Слика 5.7. ГИС алати.....	78
Слика 5.8. Како доћи до значајних података.....	80
Слика 6.1. Ефекти инвестиција у нову технологију	81
Слика 6.2. Индустријске и сродне политике	89
Слика 6.3. Примена ИоТ по областима у 2020. години.....	93
Слика 6.4. Број повезаних уређаја у свету.....	94
Слика 6.5. Cloud платформе за ИоТ	95
Слика 7.1. БИМ методологија.....	103
Слика 7.2. Развој БИМ-а	104
Слика 7.3. 3Д, 4Д, 5Д, 6Д и 7Д	106
Слика 7.4. БИМ Планирање и анализа.....	107
Слика 7.5. БИМ Пројектовање и дизајн.....	108
Слика 7.6. БИМ Изградња и надзор	109
Слика 7.7. БИМ управљање и одржавање	110
Слика 7.8. Централизоване ЕРП систем.....	113
Слика 7.9. Предлог интеграције ЕРП и БИМ система уз коришћење ГИС алата, са употребом дронова и ИоТ-а	114
Слика 10.1. Повезивање ГИС, БИМ и ЕРП технологије преко Big Data.....	136

Списак графикана

Графикон 2.1. Број година пословања предузећа у грађевинској индустрији Србије	17
Графикон 2.2. Број запослених у грађевинским предузећима.....	18
Графикон 2.3. Радно искуство у грађевинском сектору	18
Графикон 2.4. Године коришћења рачунара	19
Графикон 2.5. Места приступа интернету	22
Графикон 2.6. WEB презентација на интернету	22
Графикон 2.7. Однос између броја запослених који требају да имају рачунар и броја рачунара	23
Графикон 2.8. Кретање продуктивности радника током времена	29
Графикон 2.9. Тренд кретања продуктивности у периоду 1995-2015	29
Графикон 2.10. Пет Портерових сила	30
Графикон 2.11. Преговарачка снага купаца	31
Графикон 2.12. Преговарачка снага добављача	32
Графикон 2.13. Опасност од нових конкурената	32
Графикон 2.14. Опасност од супститута.....	32
Графикон 2.15. Ривалитет	33
Графикон 2.16. Тренд изградње саобраћајне инфраструктуре у Републици Србији	34
Графикон 2.17. Тренд уписа у средње грађевинске школе у Републици Србији	34
Графикон 5.1. Коришћење ГИС алата у грађевинским предузећима у Србији	79

Списак табела

Табела 2.1. Радно искуство у грађевинском сектору.....	18
Табела 2.2. Начин на који су анкетирани научили користити рачунар.....	19
Табела 2.3. Ниво коришћења информационих технологија.....	19
Табела 2.4. Улога ИТ-а у односу на пословање.....	20
Табела 2.5. Врсте ИТ уређаја.....	20
Табела 2.6. Типови рачунарских мрежа.....	21
Табела 2.7. Услуге које пружа ИТ сектор или неко ко је одговоран за ИТ.....	22
Табела 2.8. Степен коришћења одређених софтвера.....	23
Табела 2.9. Степен коришћења одређених специфичних софтвера.....	24
Табела 2.10. Ниво коришћења одређених ИТ алата.....	24
Табела 2.11. Коришћење неких напреднијих ИТ алата.....	25
Табела 2.12. Коришћење основних ИТ алата.....	25
Табела 2.13. Мотиви за увођење ИТ алата.....	26
Табела 2.14. Предности које могу обезбедити ИТ алати.....	26
Табела 2.15. Разлози који спречавају или ометају увођење ИТ алата у грађевинско предузеће.....	27
Табела 2.16. Области у пословању грађевинског предузећа које би анкетирани најпре „опремили“ ИТ алатима.....	28
Табела 3.1. Коришћење ЕРП система.....	38
Табела 4.1. Став менаџера – постојећи начин рада је добар и промене нису потребне.....	54
Табела 4.2. Разлози који ометају увођење ИТ алата.....	54
Табела 7.1. Приоритети улагања у преносиву опрему.....	98
Табела 7.2. Приоритети улагања у електронске набавке.....	99
Табела 7.3. Приоритети улагања у књиговодствени/финансијски систем.....	99
Табела 7.4. Приоритети улагања у руковање документацијом.....	99
Табела 7.5. Приоритети улагања у систем за праћење трошкова.....	100
Табела 7.6. Приоритети улагања у веб решење за координацију-комуникацију на пројекту.....	100
Табела 7.7. Приоритети улагања у систем за техничке калкулације.....	100
Табела 7.8. Приоритети улагања у систем за праћење реализације.....	100
Табела 8.1. Учешће менаџера у обуци за управљање пројектима.....	119
Табела 8.2. Разматрање ризика на пројектима.....	120
Табела 8.3. Познавање правила управљања пројектним ризиком.....	120
Табела 8.4. Имплементација плана управљања ризиком.....	121

САДРЖАЈ

САЖЕТАК	VII
SUMMARY	VIII
СПИСАК СЛИКА	IX
СПИСАК ГРАФИКОНА	X
СПИСАК ТАБЕЛА	XI
САДРЖАЈ	XII
1. УВОД	1
1. 1. Проблематика проучавања	3
1. 2. Предмет и полазишта дисертације	6
1. 3. Циљ истраживања	7
1. 4. Основне хипотезе	8
1. 5. Методе истраживања	8
1. 6. Структура и садржај докторске дисертације	10
2. КОНКУРЕНТНОСТ ПРЕДУЗЕЋА У ОКВИРУ ГРАЂЕВИНСКЕ ИНДУСТРИЈЕ.....	13
2. 1. Грађевинска индустрија у светској економији	13
2. 2. Грађевинска индустрија и конкурентност	16
2. 3. Информатичко стање у грађевинској индустрији Србије.....	17
2. 4. Продуктивност у грађевинској индустрији.....	28
2. 5. Конкурентност грађевинског сектора нискоградње у Републици Србији.....	30
3. ЕРП СИСТЕМИ И ПОСЛОВНА ИНТЕЛИГЕНЦИЈА.....	36
3. 1. ЕРП системи у нискоградњи	39
3. 2. Значај пословне интелигенције у грађевинском предузећу	42
3. 3. Оптимално коришћење информација	43
3. 4. Потпуна транспарентност	45
3. 5. Складишта података	47
3. 6. Употреба ЕТЛ техника	48
3. 7. Рударење података	48
4. ОДЛУЧИВАЊЕ - ДОНОШЕЊЕ ОДЛУКА У ГРАЂЕВИНСКОМ ПРЕДУЗЕЋУ	50
4. 1. Одлучивање	51
4. 2. Нове технологије омогућавају промене	53
4. 3. Носиоци активности у грађевинском предузећу	55
4. 4. Неке од функција менаџера у грађевинском предузећу.....	56
4. 4. 1. Организовање као основна функција менаџера.....	56

4. 4. 2. Додатне функције менаџмента	57
4. 4. 3. Улога менаџмента у грађевинском предузећу	59
4. 5. Како обезбедити економски раст	59
4. 6. Процеси које менаџери користе код доношења одлука	60
4. 7. Утицај искуства на одлучивање	61
4. 8. Нова знања за нова одлучивања: управљање знањем	63
5. НОВЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ У ГРАЂЕВИНСКОЈ ИНДУСТРИЈИ	65
5. 1. Коришћење информационог система грађевинског предузећа	66
5. 2. Рачунарство у облаку	67
5. 2. 1. Дефиниција рачунарства у облаку	70
5. 2. 2. Очекивани ефекти рачунарства у облаку	72
5. 2. 3. Предности и недостаци рачунарства у облаку	75
5. 3. Примена ГИС алата	76
6. ИНФОРМАЦИОНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ И НОВА ТЕХНОЛОШКА РЕШЕЊА	81
6. 1. Технички изазови у грађевинској индустрији	81
6. 2. Нова индустријска политика Србије	87
6. 3. Електронске комуникације	89
6. 4. Систем за надзор и оптимизацију возног парка	90
6. 5. Сензори	91
6. 6. Интернет ствари	92
6. 6. 1. Побољшања која доноси ИоТ грађевинским предузећима	96
6. 6. 2. Економски утицај примене интернета ствари	96
7. НОВИ КОНЦЕПТУАЛНИ МОДЕЛ ИНФОРМАЦИОНОГ СИСТЕМА У ГРАЂЕВИНСКОЈ ИНДУСТРИЈИ	98
7. 1. Резултати дела спроведеног истраживања	98
7. 2. Резултати истраживања везаних за грађевинску индустрију у другим земљама	101
7. 3. БИМ - нови информациони алат за ефикаснији рад грађевинских предузећа ..	102
7. 3. 1. Историјски развој БИМ-а	104
7. 3. 2. Неки показатељи о неопходности промена рада у грађевинској индустрији.	104
7. 4. БИМ модел и сврха коришћења	105
7. 5. Нове методологије за ефикасније пословање у грађевинској индустрији	105
7. 6. Практична употреба БИМ алата	105
7. 7. Дронови - нови информациони алат за ефикаснији рад грађевинских предузећа ...	110
7. 8. БИМ и ЕРП технологије: интеграција у грађевинској индустрији	112
7. 9. Концептуални модел интелигентног информационог система	113

8.	УПРАВЉАЊЕ ИТ ПРОЈЕКТИМА, ТЕХНОЛОГИЈОМ И РИЗИКОМ	115
8. 1.	Управљање технологијом	115
8. 2.	Управљање ризиком	117
8. 3.	Пројектно планирање и фактори успеха ИТ пројеката	118
9.	УНАПРЕЂЕЊА ПРИМЕНЕ ИНФОРМАЦИОНИХ СИСТЕМА У ГРАЂЕВИНСКИМ ПРЕДУЗЕЊИМА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ	123
9. 1.	Нове технологије за нову градњу	123
9. 2.	Унапређење рада уз примену ИКТ: квалитетни кадрови и знање	125
9. 3.	Најчешћи кривац за несреће на градилиштима.....	126
9. 4.	Вештачка интелигенција (АИ) може да открије опасности на послу	126
9. 5.	Пословна интелигенција и пословање	128
9. 5. 1.	Пословна интелигенција у реалном времену.....	129
9. 5. 2.	Пословна анализа и пословна интелигенција	130
9. 6.	Анализа доказа хипотеза.....	131
	Хипотеза 1	131
	Хипотеза 2	132
	Хипотеза 3	132
	Хипотеза 4	133
	Хипотезе 5 и 6.....	134
10.	ЗАКЉУЧАК: ЦИЉЕВИ, АНАЛИЗА НАУЧНОГ ДОПРИНОСА ДИСЕРТАЦИЈЕ И ПРЕДЛОГ БУДУЋИХ ИСТРАЖИВАЊА	136
10. 1.	Циљеви дисертације.....	136
10. 2.	Анализа научног доприноса дисертације.....	137
10. 3.	Будућа истраживања	140
	Литература	143

1. УВОД

Динамика рада пољопривредних и индустријских система, која зависе од земље, машина, капитала и физичке радне снаге, последњих деценија условљена је информационо оријентисаним концептима, где је, посебно, радна снага заснована на технологији и људској интелигенцији. Данас се живот и рад одвија у дигиталном друштву базираном на знању и новим технологијама. Последично, развијена дигитално оријентисана друштва попримају облик тзв. интелектуалних друштава чија је основна карактеристика високи степен зависности од знања. Ова промена је узрокована начином на који је мерена продуктивност. У недигиталном друштву, по правилу, продуктивност је зависила од тога колико су вредно људи радили, док се у дигиталном, односно интелектуалном друштву продуктивност мери по ефективности управљања знањем и радом (Porter and Heppelmann, 2014).

Као додаток променама у друштву, напредовање и примена технологије је проузроковало изванредну промену у традиционалним пословним моделима и операцијама. Водити посао је сада теже него икад због нових правила конкуренције и веће комплексности, као и убрзаних промена на нивоу дигиталне економије. Управо зато што добар део економских теорија датира из времена индустријализације, и пословни и академски свет сада траже нове начине да повећају своју свесност у пословању и праксу у дигиталном (информационом) друштву.

У протеклих 50 година, информациона технологија (ИТ) је у два наврата радикално преобликовала продуктивност рада и начин пословања предузећа у свим сегментима: од начина организације, иновација, маркетинга, аутоматизације, реинжењеринга процеса, унапређења ланца снабдевања, као и у самој конкуренцији. Може се с правом тврдити да се друштво сада налази на самом почетку треће трансформације (Porter and Heppelmann, 2014).

Пре појаве савремених технологија, производи су били механички и активности у процесу производње су обављане коришћењем мануелних радњи, на пример, употребом блок шема процеса, укључујући, по правилу, вербалну комуникацију. Први талас ИТ-а, током 1960-их и 1970-их, аутоматизовао је индивидуалне активности у процесу производње, од процесирања захтева и плаћања рачуна до израде плана ресурса. Продуктивност свих активности се драматично повећала, зато што су се огромне количине нових података могле преузети и анализирати у оквиру сваке активности. То је довело до стандардизације процеса широм предузећа.

Захваљујући интернету који је понудио јефтину и свеприсутну повезаност, 1980-их и 1990-их јавио се други талас трансформације првенствено због ИТ-а. То је омогућило повећање координације рада свих учесника у процесу производње, како интерних тако и екстерних и побољшало функционисање ланца снабдевања. Прва два таласа су довела до повећања продуктивности и раста развоја привреде у целини.

Сада, у трећем таласу, ИКТ постају саставни део самог производа. Уграђени сензори, процесори и софтвер у производима, као и могућност међусобног повезивања таквих производа, диктирају драматична побољшања њихових функционалности и перформанси. Још један скок у продуктивности у привреди ће се јавити захваљујући овим новим и бољим

производима. Трећи талас трансформације, који је вођен променама које доноси ИКТ, а које имају потенцијал да буде највеће до сада, донеће још више иновација, продуктивности, економски раст у односу на претходна два таласа трансформација (Porter and Heppelmann, 2014). Индустриска револуција, као четврти тренд, карактерише садашњи, а највероватније и будући развој, биће предмет посебне и свеобухватне анализе у овој докторској дисертацији.

Предузећа су постала свесна нових могућности које су створене развојем информационих и комуникационих технологија, посебно у складиштењу и дистрибуцији информација. Руководиоцима и другим кључним доносиоцима одлука увек су биле потребне релевантне и тачне информације о њиховом пословању и пословном окружењу, али руковођење у информационом свету се заснива на управљању пословним информацијама које је систематичније и проактивније него раније. Ажурност информација је једно од организацијских стратешких средстава и основа конкурентности у данашњој непрестаној турбулентној пословној клими. Поред тога, конкурентност предузећа мора бити на високом константном нивоу, у условима непромењених правила конкуренције и конкурентских предности.

У једном од највећих сектора светске привреде, у сектору грађевинске индустрије, запослено је око 7 % светске радно способне популације (McKinsey Global Institute, 2017). Без обзира на тако велики број запослених, грађевинска индустрија је суочена са ниском продуктивношћу. Други индустријски сектори су се значајно трансформирали и повећали своју продуктивност (McKinsey Global Institute, 2017). Производне, прерађивачке и услужне индустрије је потпуно променила аутоматизација њихових кључних процеса.

Преовладава мишљење да је грађевински сектор међу најслабије дигитализованим секторима у свету (Chen and Kamara, 2008a; Klinc *et al.*, 2010). Глобално је продуктивност радне снаге у грађевинској индустрији последњих двадесет година расла 1 % годишње, док је продуктивност глобалне економије у просеку расла 2,8 % годишње, а продуктивност у производњи расла за чак 3,6 % годишње (McKinsey Global Institute, 2017).

Преовладава мишљење да је немогућност ефикасне контроле настанка трошкова један од најзначајнијих фактора узрока насталог стања. Да би трошкове могли контролисати и пратити у току реалног времена, грађевинска предузећа морају користити најновије информатичке алате. Сада нови софтвери са одговарајућим хардвером могу дневно обезбедити праћење трошкова и прихода грађевинског предузећа. Ако желимо ефикасно пословати у грађевинском сектору неопходна је његова ефикасна информатизација.

Дешавања у грађевинској индустрији су доста зависна од потражње јавног сектора, а то се посебно односи на нискоградњу. При томе је тржишно окружење често нарушено корупцијом и непријављеним радницима који раде на црно. Проблем је и тај да је грађевински сектор уситњен, а приликом договора око посла не води се довољно рачуна о процени ризика. Резултат свега је неадекватно управљање, неадекватно извођење, мањак вештина, несистематично организовани процеси и недовољно улагање у едукацију и додатно образовање, истраживање и развој, као и примену иновација (McKinsey Global Institute, 2017).

Стратешки гледано, за функционисање привреде у Републици Србији, изузетно значајна привредна грана је сектор грађевинске индустрије. Брз развој науке и технологије омогућио је да и грађевинска индустрија постане веома значајна привредна грана, која је повезана и са великим бројем других привредних грана. Грађевинска индустрија је веома битан фактор привредног развоја у свим земљама света. Према подацима Привредне коморе Србије,

грађевинску индустрију Србије данас чини преко 11.000 привредних друштава која запошљавају преко 100.000 радника (Привредна Комора Србије, 2020). Грађевинска предузећа учествују у укупном броју привредних субјеката са нешто преко 10 %, а по броју запослених учествују са скоро 9% (Агенција за привредне регистре, 2019). У теоријским анализама, као и на основу емпиријских сазнања, преовлађује мишљење да грађевинарство као индустријски сектор може да носи половину привредног раста унутар Републике Србије (Младеновић, 2013).

Нови циклус индустријализације Републике Србије је национални пројекат, усвојен 2013. године, а базира се на 38 технолошких платформи које је Европска унија усвојила за развој до 2030. године. Пројекат индустријализације Републике Србије заснива се на шест области од којих је на првом месту производња, затим храна, транспорт, енергија, грађевина и информационо комуникационе технологије (ПКСинфо, 2014) Ако се желе активирати сви привредни потенцијали неопходно је још више развијати грађевински сектор. Грађевинска индустрија у Републици Србији је у првој деценији двадесетпрвог века изгубила значајну конкурентност, иако је у прошлом веку била једна од најзначајнијих привредних грана Југославије. Разлози за тако нешто су бројни, а један од разлога је сигурно и слаба примена информациононих технологија, као и увођење исте у све пословне процесе. Увођење нових технологија може обезбедити боље планирање, ефикаснију контролу пословних процеса и правовремено доношење пословних одлука.

У складу са динамичним и континуираним променама на глобалном економском тржишту, догађају се и значајне промене и у грађевинској индустрији, а све то утиче и на грађевински сектор у Републици Србији. Треба увек имати на уму да је грађевинска индустрија оптерећена значајним бројем ризика. Због тога је неопходно ефикасније управљати изградњом, а све те ризике свести на прихватљив ниво, смањити трошкове реализације, оптимализовати процес изградње, побољшати процес одлучивања уз адекватно коришћење свих потребних, посебно информатичких ресурса, за успешну реализацију посла.

1.1. Проблематика проучавања

Информационо комуникационе технологије су значајно допринеле повећању продуктивности у грађевинској индустрији у протекле две деценије, у складу са другим таласом трансформације пословања предузећа. Оне помажу у реализацији уобичајених активности на градилишту, смањују препреке у комуникацији, убрзавају процедуре, прикупљају податке и деле информације и знање.

Нажалост, грађевинска индустрија заостаје за другим гранама привреде и још увек је на релативно почетном стадијуму усвајања савремених информациононих технологија (Chen and Kamaga, 2008a; Klinc *et al.*, 2010). Већина грађевинских компанија се ослања на физичке процесе и класична средства комуникације као што су: имејл, факс и телефон (Dave *et al.*, 2010).

Грађевинска индустрија је позната по томе да се у њој интензивно ради и да генерише огромне количине информација. Ове информације крећу од израде цртежа, који се праве у фази пројектовања, затим кроз различите извештаје о пројекту који настају током процеса изградње. Информације се добијају из свих фаза до завршетка пројекта. Зато је прикупљање и сређивање грађевинских информација од суштинског значаја с обзиром на различитост и фреквентност

информација (Soibelman *et al.*, 2008). Ово је прави изазов за грађевинске пројекте и први је корак ка повећању продуктивности. Грађевинска индустрија је пројектно интензивна, јер је већина активности које стварају вредност организована као пројекат са скупом циљева, организацијом пројекта која се континуирано мења, дефинисаним буџетом и временским оквиром (Karrbom and Gohary, 2012). Већина пројеката изградње, било у сектору високоградње или нискоградње, изводи се у међусобној сарадњи различитих организација, на пример локалне заједнице, државе, пројектантске куће, главних инжењера, добављача материјала и предузећа за изградњу, што успешност пројеката изградње чини зависним од ефикасног менаџмента интер-организационе сарадње, као на пример, заједничког решавања проблема који захтева фокусирање на међузависности између различитих заинтересованих страна на пројекту, а не на акције сваке стране појединачно.

Успешност пројекта је такође зависна од степена успешности интеграције између различитих професија (архитекта, инжењера и шефова механизације на пројекту и слично) и свих других актера на самом пројекту (инвеститор, надзор, извођач и подизвођач радова), која захтева додатни фокус на интердисциплинарну комуникацију и заједничко спровођење акција (Emmitt, 2010). Велика разноликост специјалности, стручности, образовних нивоа, професионалне вештине, рачунарске писмености, као и радна средина учесника пројекта, ометају управљање информацијама и комуникацију између чланова тима на грађевинском пројекту.

Удаљености између седишта грађевинске фирме и градилишта, које често могу бити и веома велике, чини комуникацију чак и тежом, па треба узети у обзир и географски одвојене организације, што ствара додатну комплексност у управљању међусобном сарадњом свих актера. Главни изазов у управљању грађевинским пројектом је да ефикасно управља колаборацијом кроз цео ток грађевинског процеса, од идеје до комплетне изградње, и да интегрише рани развој пројекта и процесе пројектовања са изградњом, спајајући све ове процесе у један процес изградње – и сагледа свеукупну перспективу, од започињања одређеног пројекта до примопредаје саграђених објеката (Winch, 2010). Ово такође укључује интегрисање неколико под-процеса као што су процеси планирања, процеси уговарања, процеси одржавања тендера и слично.

Грађевинску индустрију одликују веома интердисциплинарни, фрагментирани и привремени организациони пројекти, дисконтинуитетни процеси и јединствени пројекти. Ове карактеристике чине да реализација грађевинских пројеката у великој мери зависи од ефикасне комуникације, сарадње и успешне интеграције различитих надлежности (Dainty *et al.*, 2006; van Fenema and Raisanen, 2005). Упркос томе, комуникација, сарадња и интеграција надлежности су области које су недовољно истражене, како у пракси тако и у теорији (Wikforss and Lofgren, 2007).

Међутим, увођење и употреба информационих технологија у грађевинску индустрију, у циљу помоћи и подршке и онима који раде и онима који одлучују, је још увек проблематично питање (Hartmann *et al.*, 2012), па овакав случај и даље показује ограничен утицај на унапређење пословања, иако се тврди да има позитиван утицај.

Када се у грађевинарству говори о комуникацији, сарадњи, интеграцији и менаџменту, обично се расправља о техничким аспектима о употреби информација, као што су моделирање, класификација и стандардизација. Изражен је недостатак студија о употреби ИТ алата у грађевинским пројектима са организационог аспекта (Jacobsson and Linderot, 2012; Wikforss

and Lofgren, 2007), па је неопходно истражити перцепцију корисника ИТ алата које користе, као и утицај истих на праксу управљања пројектима у грађевинарству.

Грађевинска индустрија често функционише на принципу организационих форми базираних на пројектима (Gann and Salter, 2000), на којима неколико предузећа ради заједно на одређеном пројекту, у ограниченом временском периоду. У литератури (Bosch-Sijtsema and Postma, 2010; Prencipe and Tell, 2001) се из ове области наводе потешкоће у стицању знања изван пројектних граница, као и дељења знања и способности између свих страна које учествују као партнери на пројекту. Мада многи тврде да су пројекти на којима се ради привремени, и да се предузећа која раде на пројектима често мењају.

У грађевинској индустрији се уводе и користе нове информационо комуникационе технологије у веома широком контексту. Грађевинска индустрија је направила историјску промену која се тиче процеса и начина на који се данас пројектују грађевински објекти, полако се напуштају 2Д цртежи, а иде се према 3Д пројектовању (PBC Today, 2018) заснованом на дигиталним моделима користећи БИМ (*Building Information Modeling* – Информационо моделирање грађевинских објеката).

У развијеним земљама света је употреба БИМ-а постала јако популарна у грађевинској индустрији. Међутим, мали број предузећа примењује и користи пун потенцијал који пружа ова технологија, и схвата њен значај и импликације на пословне процесе и пословну културу (Froese, 2010). Мада је ова врста информационих технологија у пословном свету релативно нова, све су брже промене које се дешавају у пословној пракси и развој нових улога, нових форми одговорности (због појаве нових форми пратећих електронских података). Из истраживања која се баве менаџментом информационих система, познато је да имплементација и употреба нових ИТ технологија доводи до промена у пословним рутинама предузећа. Ове промене се могу односити на пословне односе, радне одговорности, развој и преношење знања, развој нових навика, улога и начина обављања послова (Leonardi, 2011; Leonardi and Barley, 2012; Volkoff *et al.*, 2007).

Од деведесетих година прошлог века па до данас, продуктивност у индустрији грађевине је на неким тржиштима чак и опала, а профит грађевинских предузећа у нискоградњи је релативно мали и несталан.

Иако је сектор нискоградње спор када је реч о усвајању процесних и технолошких иновација, постоји и свеприсутни изазов када је реч о утврђивању основа за планирање, реализацију и праћење процеса изградње на самом градилишту. На пример, планирање пројеката није довољно координирано између централних одељења у грађевинском предузећу и формираних канцеларија на удаљеним градилиштима, и у већини случајева се ради на папиру. Грађевински уговори не садрже стимулације за поделу ризика и евентуалне иновације; руковођење извршавањем радова је неадекватно, а контролни процеси у ланцу снабдевања су још увек недовољно развијени. Индустрија још увек није сасвим прихватила нове дигиталне технологије које захтевају одређена улагања, иако то доноси значајну корист у перспективи дугорочног развоја грађевинског предузећа (McKinsey Global Institute, 2020). У грађевинској индустрији су трошкови за истраживање и развој знатно мањи него у осталим индустријама: око 1,4 % од прихода, наспрам 4,1 % од прихода у ауто и авио индустрији. Ово важи и за трошкове увођења информационо комуникационих технологија, који су мањи од 1 % прихода из пословања грађевинског предузећа, иако је развијено неколико нових софтверских решења за грађевинску индустрију (McKinsey Global Institute, 2020).

Технички изазови типични за сектор грађевине значајно утичу на иначе спори темпо дигитализације и увођења ИКТ. Развијање потребних софтверских решења за различите секторе у оквиру предузећа, који непосредно не учествују у извођењу грађевинских радова, и паралелна координација са свим градилиштима која су географски расута, понекад и на врло неприступачном терену, није тако лак задатак.

Институт *McKinsey Global* (Woetzel *et al.*, 2017a) процењује да ће свет, до 2035. године, морати да инвестира 63 билиона (63.000.000.000.000,00) долара у инфраструктуру, како би ишао у корак са растом светског бруто домаћег производа. Овај податак може да буде јединствен и невероватан подстицај за сва предузећа у грађевинској индустрији да применом нових решења и нових иновативних модела пословања унапреде продуктивност и трансформишу досадашњу праксу у раду.

1.2. Предмет и полазишта дисертације

Истраживања у дисертацији представљају наставак теоријских и практичних резултата кандидата из научно-стручних радова (Denić *et al.*, 2016a; Denić *et al.*, 2016b; Denić *et al.*, 2016c; Vujić *et al.*, 2020), као и стечених искустава у области рада и управљања пословним системима у грађевинарству (аутор ове дисертације поседује више од 12 година искуства у раду на руководећим позицијама у грађевинским предузећима: „МБА Миљковић“, „Ратко Митровић Нискоградња“, „Војводинапут Суботица - Војпут“; „РАС Инжењеринг Нискоградња“).

Основни циљ истраживања састоји се у стицању научних сазнања за успешно стицање неопходних знања за ефикасније пословање грађевинских предузећа у Републици Србији, имајући у виду постављене циљеве и ограничавајуће унутрашње факторе присутне у систему, као и спољашње факторе наметнуте из окружења. Утврђивање предмета истраживања је у основи формулисање проблема истраживања и одређивање оптималног наслова тезе. Избором и формулисањем теме већ је, у основи, одређен и утврђен предмет рада и формулисан проблем (Lukić, 1995).

Резултати истраживања у грађевинским предузећима у Србији указују да се менаџмент предузећа све више среће са проблемима у пословању који настају услед:

- недостатка квалитетних информација за потребе процеса управљања и одлучивања;
- недовољне координације и комуникације између свих актера на градилишту;
- неажурних података и информација у вези праћења реализације грађевинског пројекта и пратећих трошкова изградње, и слично.

Управо су наведене чињенице иницирале ово истраживање могућности употребе нових информациононих технологија у грађевинској индустрији Србије у циљу потребе правовременог и ефикасног доношења одлука, што као резултат треба да постигне унапређење пословања, уз акценат на примени концептуалног модела информационог система за грађевинска предузећа. Намера дисертације је да се нагласи и прикаже предност коју примена нових технологија доноси пословним процесима у грађевини, а конкретно у овом случају, да се прикаже евидентна корист коју доноси прихватање концептуалног модела и практична примена информациононих технологија у грађевинским предузећима.

Многа грађевинска предузећа у свету покушавају да обезбеде конкурентску предност

кроз увођење најбољих пракси у своје пословне активности, применом најновијих информационо комуникационих технологија и кроз ефикасно прикупљање података и знања у циљу ефикаснијег рада и правременог одлучивања. Нове информационо комуникационе технологије данас могу, добром познаваоцу њиховог коришћења, обезбедити не само информације него и знања.

Овај рад има за циљ да прикаже општи теоријски преглед информационо комуникационих технологија и алата који запослени користе у грађевинској индустрији у свету. Циљ нам је да у одговарајућој мери опишемо сваку од тих технологија и истражимо могућности примене у грађевинским предузећима у Србији. Усмерење истраживања ове докторске дисертације је ка новим технологијама и доступним ИТ алатима, и детаљном и свеобухватном истраживању пословних процеса и активности у средњим и великим грађевинским предузећима у Републици Србији која се баве изградњом инфраструктурних објеката – путева и аутопутева, а све у циљу проналажења одговарајућег новог концептуалног модела информационог система.

1.3. Циљ истраживања

Примарни циљ овог истраживања јесте анализа употребе информациононих технологија у грађевинској индустрији, као и могућности усвајања и примене нових технологија у процесу изградње потребне инфраструктуре, што на нивоу грађевинског предузећа, треба да допринесе значајном побољшању пословних процеса, да помогне руководству на свим нивоима да донесе најбоље одлуке, да унапреди сарадњу и координацију свих учесника грађевинског пројекта, и на крају, да побољша свеукупно пословање грађевинског предузећа кроз могућу примену новог концептуалног модела информационог система.

Следећи циљ истраживања је да се дубље и детаљније сагледа феномен праћења грађевинског пројекта и његових основних димензија. Такође, циљ ове дисертације је да дефинише добру основу за управљање свим активностима у процесу изградње инфраструктурних објеката.

Управо, сврха истраживања ове дисертације се базира на утврђивању знања неопходног за доношење исправних одлука и самим тим спровођења низа акција које би побољшале процес изградње путне инфраструктуре, и повећале степен успешности завршетка грађевинских пројеката у задатим временским и трошковним оквирима. Пратиће се могућност примене одговарајућих софтверских и технолошких решења до ефикасније, ефективније и јефтиније изградње путне инфраструктуре.

Неопходно је имати на уму да ће имплементација нових технолошких решења изазвати велики број промена, којима треба ефикасно управљати. Поклањање веће пажње управљању променама је веома значајно за постизање конкурентске предности. Нису само значајна новчана улагања довољна да би управљање променама постала битна карика пословног система, већ је потребна упорност и преданост у њиховом спровођењу (Lamarsh, 2013).

Савремени грађевински системи морају се веома брзо прилагодити новим условима пословања, јер егзистирају у окружењу које са веома брзо мења, па због тога морају ефикасно управљати променама. Због тога можемо рећи да: „управљање променама подразумева прихватање нових идеја и понашања организације“ (Žugaј и др., 1999).

Ефикасно и ефективно пословање, квалитетно управљање и организовање је жеља и потреба сваког грађевинског предузећа. Истраживање овако дефинисаног проблема захтева сагледавање свих теоријских и практичних аспеката специфичности организовања и управљања посебно уз употребу нових технолошких решења.

Докторска дисертација има за циљ да систематизује и анализира досадашња истраживања и достигнућа у области примене информационо комуникационих технологија у грађевинској индустрији, као и да обезбеди студиозну процену значаја и улоге информационих система у пословању, раду и променама грађевинских предузећа.

1.4. Основне хипотезе

Полазећи од постављених циљева предметне дисертације, реализована су одговарајућа истраживања, чији су резултати подељени у целине које су приказане у наставку дисертације. Основне хипотезе од којих се полази у истраживању су формулисане на следећи начин:

ХИПОТЕЗА 1: Постојећи начин употребе информационих технологија и информационих система у грађевинским предузећима у Републици Србији је неодговарајући и застарео, па не доводи до очекиваног напретка у пословању ових предузећа.

ХИПОТЕЗА 2: Ако информациони системи за грађевинска предузећа немају обраду података у реалном времену, њихов допринос пословању је значајно смањен.

ХИПОТЕЗА 3: Грађевинска предузећа инсистирају на аутоматизацији процеса на оперативном нивоу, па из тог разлога имају већу потребу за информационим системима за подршку у одлучивању на оперативном и тактичком нивоу одлучивања него на стратегијском нивоу.

ХИПОТЕЗА 4: У условима када је једини купац (инвеститор) држава, и када постоји велика конкуренција на пословима изградње значајних инфраструктурних објеката, у великим грађевинским предузећима је неопходно увести напредне информационе системе базиране на концепту пословне интелигенције.

ХИПОТЕЗА 5: Могуће је, применом нових технологија у пословним процесима грађевинског предузећа, уз поштовање специфичности пословања у нашој земљи, формирати концептуални модел унапређења информационих система за грађевинска предузећа у Републици Србији у сектору нискоградње.

ХИПОТЕЗА 6: Уколико се овај нови концептуални модел унапређења информационог система имплементира у грађевинским предузећима у Републици Србији, доћи ће до повећања ефикасности и ефективности пословања у свим сегментима организационе структуре предузећа, као и до повећања профитабилности, а посебно конкурентности грађевинских предузећа у њиховом пословном окружењу.

1.5. Методе истраживања

Комплексност истраживања, као и мултидисциплинарни карактер теме докторске дисертације (области информационих технологија, економије и грађевине), имплицира примену већег броја истраживачких метода (Шамић, 1972), које се огледају у нормативном,

експерименталном и историјском прилазу у извођењу и доказу научних истина и сазнања. Термин „истраживање” се углавном односи на анкету, интервју или на методе посматрања. У свим овим методама, сакупљају се информације на стандардизован начин и циљна група формира узорак одређене основне популације. Истраживања су најбоља када је реч о обезбеђивању информација о ставовима, вредностима и мишљењима индивидуа унутар истог система. Другим речима, истраживања су одржива код јасно дефинисаних проблема.

У првом делу истраживања су, најпре, приказани резултати анкете о коришћењу информационих технологија у грађевинским предузећима у Србији, други део садржи детаљну теоријску анализу – аналитички преглед литературе и научних радова, углавном страних експерата, а у трећем, емпиријском делу овог рада, уз помоћ упитника, на који су одговоре дали главни учесници у процесу изградње путне инфраструктуре, који су овлашћени да на свом нивоу управљања доносе одлуке на градилишту и у предузећу, истражени су главни проблеми и препреке који онемогућавају доношење адекватних и потребних одлука у циљу успешног завршетка грађевинског пројекта.

Питања у првом истраживању, за резултате у поглављу 2, су углавном била питања вишеструког одабира и питања затвореног типа. За неколико питања затвореног типа, од испитаника је тражено да објасне своје одговоре. Одговори су анализирани и преведени квантитативним и квалитативним методама. О анализи одговора са првог истраживања ће бити више речи у следећем поглављу. На основу резултата истраживања, идентификовани су детаљнији истраживачки фокуси докторске дисертације.

Студија случаја са сматра одговарајућом стратегијом истраживања (Yin, 2009) у новим или комплексним областима. Истраживање студије случаја дозвољава коришћење вишеструких метода прикупљања података – на пример, из интервјуа, из документације и из анкета. У грађењу нових теорија суштинско је дубоко разумевање случајева (Eisenhardt, 1989) па је зато истраживање студије случаја такође одговарајућа истраживачка стратегија кад је постојећа теоријска база танка.

Истраживање може бити базирано на једном или више студија случајева, а подаци могу бити квалитативни, квантитативни или и једни и други. Када је реч о истраживању једног случаја, стиче се дубље разумевање истраживане теме, док коришћење више случајева доприноси обимнијем разумевању феномена истраживања и обезбеђује генерализованије податке (Voss *et al.*, 2002). Истраживање обе студије случаја је изабрано да обезбеди емпиријске податке за поглавља 6, 7 и 8. У оба истраживања, један од фактора у њиховој селекцији био је тај да истраживање оба случаја обезбеђује исплатив и дубок увид у теме за истраживање у компанијама које су узете у обзир.

У спроведеном истраживању студије случајева коришћен је квалитативни и интерпретативни приступ (Silverman, 2006), укључујући и интервјуе са менаџерима на свим нивоима одлучивања у грађевинским предузећима, главним инжењерима на градилиштима, грађевинским техничарима, са представницима подизвођачких предузећа, присуствовање на неформалним састанцима, праћење редовне комуникације главних актера у току изградње, праћење тока документације унутар и ван предузећа, увид у динамику извођења грађевинских радова на грађевинским пројектима, увид у организационе шеме и праћење заједничког циља свих учесника на пројектима. Анализа интерпретативног процеса (Czarniavska, 2004) се вршила у циљу добијања свеобухватног - холистичког - разумевања организационих поставки: каква је пракса извођења грађевинских радова у сектору нискоградње, укључујући коришћење

информационих технологија у пројектовању и фази изградње. Тумачење се фокусира на обрасце деловања, а репрезентативни делови анализе су одабрани за студиозно разматрање процеса. Истраживање је обухватило питања које су то посебне активности, које су повезане са основном делатношћу, и које се спроводе уз коришћење информационих технологија, и до које мере се информације размењују уз помоћ ИТ алата.

Емпиријски подаци су сакупљени и из документације, као што су унутрашњи извештаји и сва пратећа документација неопходна за свеукупно пословање компанија. Нови концептуални модел информационог система за грађевинска предузећа у Р.Србији у поглављу 7, је предложен на основу емпиријских података. Закључци поглавља 7 су базирани на упоређивању емпиријских искустава из случаја грађевинских предузећа и резултата истраживача и приказа из литературе.

Интервјуи су коришћени да би се обезбедио дубљи увид у поље истраживања (Gummersson, 2005). Изнад свега, интервјуи одговарају истраживању у ком је феномен релативно комплексан. Тематски интервју је дефинисан као врста дискусије, и делимично је структурисан интервју, који је фокусиран на заједничке теме и нема питања ни у једном унапред одређеном редоследу или форми.

Као што је горе дискутовано, емпиријски подаци за поглавља 2, 6, 7 и 8 су сакупљени користећи анкете и интервјуе, како би обезбедили шире разумевање преовлађујућег стања у вези са применом ИКТ и информационих система за планирање ресурса (ЕРП системи) у грађевинским предузећима. За приказ резултата у поглављу 2, истраживање је имало форму анкете која је спроведена у 69 грађевинских предузећа.

1.6. Структура и садржај докторске дисертације

Садржај докторске дисертације изложен је у оквиру девет поглавља, односно девет међусобно повезаних целина. Списак коришћених референци, издвојен под називом „Литература”, чини посебну целину.

У првом поглављу, односно у уводном делу, указује се на неуобичајено низак степен примене информационих технологија у грађевинској индустрији, како у свету, тако и у Србији. Растући значај увођења и примене информационих технологија у грађевинској индустрији и информационих система за планирање ресурса предузећа, као и непостојање ширег спектра понуде информационих система за грађевинска предузећа, указују на оправданост истраживања у докторској дисертацији. У овом поглављу се представља проблем и предмет истраживања, циљ истраживања и саме хипотезе истраживања, где се полази од тога да је могуће поставити нови концептуални модел информационог система за грађевинска предузећа, са значајно побољшаним карактеристикама у односу на постојећа решења и да је могуће новоизграђени модел применити у пословним системима у Србији. У истом поглављу дата је научна оправданост истраживања и научни резултати који се очекују, а представљена је и структура дисертације.

У другом поглављу дат је преглед резултата спроведеног истраживања током 2018. године у грађевинском сектору нискоградње у Србији са посебним освртом на коришћење нових технологија и обезбеђења конкурентност предузећа у оквиру грађевинске индустрије. Приказани су резултати анкете о употреби информационих технологија у грађевинским

предузећима у Србији и анализирани главни разлози утврђеног стања. Идентификовани су главни проблеми у пословању грађевинских предузећа, посебно у процесу изградње: међусобна комуникација, праћење реализације грађевинских радова, оперативна ефикасност, праћење трошкова градилишта. У поглављу два наведени су основни појмови о конкурентности као и подаци о конкурентности грађевинског сектора нискоградње у Републици Србији.

У трећем поглављу приказани су појам и основе ЕРП система и пословне интелигенције, уз коришћење постојеће литературе и релевантних истраживања, ради што бољег разумевања наредних поглавља докторске дисертације. Анализирана је употреба ЕРП система и пословне интелигенције у грађевинском сектору, са посебним акцентом на употреби пословне интелигенције на оперативном нивоу одлучивања. Наведен је и значај складишта и рударења података, као и неопходност потпуне транспарентности и доступности података свим запосленим у грађевинском предузећу

У четвртном поглављу је дат преглед основне теорије проблематике одлучивања, дефинисани су основни појмови и теоретске поставке пословног одлучивања. На систематски и студиозан начин, дефинисан је појам одлучивања, процес доношења одлука, начин одлучивања, врсте одлука и контексти у којима се одлуке доносе. Указано је на чињеницу колико је процес одлучивања комплексан и битан, и на које врсте проблема наилазе менаџери у току процеса одлучивања, са посебним освртом на менаџере у грађевинским предузећима. Наведене су неке од улога и функција менаџера у грађевинском предузећу, те неопходности делегирања ауторитета уз употребу нових технологија.

У петом поглављу су детаљно приказане и анализиране само неке нове технологије које се већ примењују у грађевинској индустрији, као и информационе технологије чија се примена очекује у блиској будућности, а која зависи од више фактора који су такође наведени у овом поглављу. Посебно су наглашени ефекти које може обезбедити рачунарство у облаку, као и предности али и недостаци коришћења рачунарства у облаку.

У шестом поглављу урађена је анализа „Нова индустријска политика Србије“, те економска исплативост улагања у информационе технологије и потребну инфраструктуру за имплементацију ефикасног информационог система. Дате су препоруке за креирање одговарајуће инфраструктуре за ефикаснију комуникацију. Посебно је апострофирана употреба интернета ствари (*Internet of things* - ИоТ) и свих предности које доноси ИоТ. Посебно је наглашено да је ИоТ кључни носилац четврте индустријске револуције.

У седмом поглављу је урађен детаљан приказ развоја новог концептуалног модела информационог система за грађевинска предузећа у Србији, сублимирајући изложену грађу из претходних поглавља. Нови модел је развијен на бази најбољих пракси употребе информациононих технологија у грађевини, и у потпуности одсликава основне пословне процесе на градилишту и у централи грађевинских предузећа; подразумева да у предузећу већ постоји ЕРП систем који не треба да буде прилагођен за грађевинску индустрију већ може бити генерички. Предлог концептуалног модела представља спој унапређеног ЕРП система и приватне „*Cloud*“ платформе са употребом *СааС (Software as a Service)* модела, и његова примена доприноси унапређењу оперативне ефикасности на градилишту, координацији и сарадњи (колаборацији) свих учесника на грађевинском пројекту, праћењу реализације, контроли трошкова и прикупљању различитих врста података за каснију анализу. Наглашена

је неопходност коришћења БИМ модела који може обезбедити ефикасну сарадњу између свих учесника у пројекту, као и дрoнова за ефикасније мапирање терена и преглед градилишта.

У осмом поглављу указује се на потребу грађевинских предузећа, за ефикасним управљањем ИТ пројектом, који подразумева пројектно планирање, управљање новим технологијама и управљање ризиком, у процесу увођења нових информационих технологија и информационих система у грађевинска предузећа у Републици Србији. У овом поглављу приказани су резултати спроведеног истраживања током 2020. године, са циљем анализе два фактора од којих зависи успех ИТ пројекта: планирање пројекта и управљање ризицима пројекта.

У деветом поглављу детаљно је описана полазна идеја могућности унапређења и примене информационих система у грађевинским предузећима у Републици Србији, кроз одговор на питање да ли је могуће унапређење са становишта повећања оперативне ефикасности, профитабилности и посебно, конкурентности грађевинских предузећа у њиховом пословном окружењу. Анализиране су почетне хипотезе рада и приказан је њихов доказ. Освртом на целокупна разматрања приказана у дисертацији, са теоретских и практичних аспеката, може се закључити да предложени концепт и модел развоја информационог система за грађевинска предузећа у Србији, омогућава примену оптималних решења у реализацији грађевинских пројеката, и најбољих пракси у процесу доношења одлука.

У десетом поглављу дефинисане су смернице наставка рада и могућност даљих истраживања, у циљу усавршавања предложеног модела информационог система и његове имплементације у неком грађевинском предузећу. Понуђени концепт је могуће даље разрађивати и развијати у циљу постизања веће ефикасности и ефикасности модела.

На крају дисертације дат је списак коришћене литературе, кратка биографија аутора дисертације, као и неопходни прилози административног карактера.

2. КОНКУРЕНТНОСТ ПРЕДУЗЕЋА У ОКВИРУ ГРАЂЕВИНСКЕ ИНДУСТРИЈЕ

Нове савремене технологије у условима брзих промена се све више интегришу и постају доминантни саставни део стратегије и визије бизниса (пословања). Конкурентност предузећа условљава њихову примену у постизању својих циљева и стицању потребне предности на изабраном тржишту. Управљачке одлуке морају да се доносе веома брзо и треба да буду засноване на довољно поузданим подацима.

Предузећа која ће бити у стању да ефикасно искористе велике количине података које генеришу ИТ системи моћи ће да парирају својим конкурентима. Боље разумевање потреба купаца или корисника услуга, ранија и успешна идентификација трендова, са правовременим коришћењем добијених резултата, резултоваће успешнијим искоришћењем свих могућности.

2. 1. Грађевинска индустрија у светској економији

Грађевинска индустрија је један од најважнијих привредних сектора у многим земљама, која се суочава са периодом брзе и неупоредиве промене. На пример, грађевинска индустрија у Републици Србији са производњом од 308,8 милијарди динара у 2019. години, представља 5,7% бруто домаћег производа (БДП) и самим тим има потенцијал да утиче на државни БДП више него било која друга услужна индустрија (Квартални Монитор бр.44, јан-март 2016).

Грађевинарство производи дугорочне, јединствене и сложене грађевинске пројекте и инфраструктуру, што се односи на грађење нових објеката, доградње, измене и поправке постојећих објеката. Главне делатности грађевине су изградња кућа, фабрика, болница, школа, путева и мостова, и то су само неки од производа грађевинске индустрије. Ови објекти су неопходни да би други сектори привреде, као што су образовање, здравство, комерцијалне и пословне активности напредовали. Дакле, грађевински сектор се често сматра врло значајним, јер увелико доприноси процесу раста у било којој земљи (Field and Ofori, 1988).

Из тог разлога, ефекти промена у грађевинској индустрији се могу видети на свим нивоима у привреди и у готово свим аспектима живота. Такође, грађевинска индустрија значајно доприноси националном друштвено - економском развоју, пружањем великих могућности за запошљавање неквалификованих и квалификованих радника.

Генерацијама је грађевинска индустрија била та која је помогла многе модерне економије, развијене и неразвијене, да постигну и одрже потребни друштвено - економски напредак (Hillebrandt, 2000; Lopes, 2012; Ofori, 2015). Осим тога, активности грађевинске индустрије се обично распоређују географски на исти начин као и становништво једне нације и то обезбеђује запошљавање на различитим нивоима привреде (Ofori, 2015). Изазови који се понављају, као што су раст становништва, пропадање инфраструктуре и стална потреба за новим стамбеним простором и даље стварају потражњу и генеришу раст запослености у грађевинској индустрији.

Грађевинарство је један од важних сектора у привреди и представља кључни покретач раста и додате вредности, како у погледу броја запослених, степену доприноса БДП-у и обима пословања, а осим тога је важан његов мултипликатор ефекат (Ernst and Sarabia, 2015).

Џон Мејнард Кејнс је сматрао да до привредних циклуса долази услед инвестиција. Одсуство инвестиција може да проузрокује смањење економских активности, раст незапослености, умањење националног дохотка, као и раст инфлације (Самјуелсон и Нордхаус, 2009). Кејнс је у померање привредних циклуса уврстио категорију која је позната као „Кејнсов мултипликатор“. Овим мултипликатором објашњава да ће са повећањем

инвестиција доћи до увећања стварног националног дохотка, и то у већем обиму, него што ће се повећати саме инвестиције. Промене појединих саставних компоненти агрегатне тражње (АД) делују мултипликативно на обим производње и величину бруто домаћег производа (БДП). Модел мултипликатора је макроекономска теорија која објашњава како је производња краткорочно одређена, односно како шокови инвестиција, међународне размене, државне пореске политике и државне потрошње могу да утичу на производњу и запосленост у економији (Самјуелсон и Нордхаус, 2009). Мултипликатор је множилац који показује за колико се мења БДП зависно од промене компоненте, односно како промена у висини инвестиција, за сваки долар резултира променом БДП-а за више од вредности једног долара.

Грађевинска групација УК (United Kingdom Contractors Group - УКЦГ) и међународна консултантска кућа ЛЕК су септембра 2009. године (L.E.K. Consulting, 2009) и поново у мају 2012. године урадиле студију утицаја инвестиција у грађевинској индустрији на економију у Великој Британији. Главни циљ овог истраживања је био да се покаже утицај улагања у изградњу грађевинских објеката са фокусом на њихов допринос и корист привреди и друштву у целини. Грађевинска групација УК (УКЦГ) послује од 2009. године и представља удружење више од 30 највећих грађевинских компанија у Великој Британији. Пре свега, улога УКЦГ је у промоцији британске грађевинске индустрије, као и у пружању помоћи грађевинским компанијама, кооперантима и добављачима грађевинског материјала са саветима и предлозима најбољих пракси у грађевини.

Студија је подељена у три дела, који заједно пружају јединствене увиде:

- Утицај грађевине на привреду: изградња је најбољи облик убрзања економске активности - не само унутар самог грађевинског сектора, већ у целој привреди. У грађевини је најмањи удео увоза грађевинског материјала, тако да потрошња овог сектора у великој мери остаје у оквиру националне економије;
- Допринос за запошљавање: грађевинска активност је најпогоднија за стимулацију запошљавања, посебно у делу запошљавања младих и незапослених са нижим образовањем, који немају пуно алтернатива;
- Користи од улагања: изградња није само тренутна економска производња, више је инвестиција него потрошња, која доноси значајне дугорочне економске и социјалне користи.

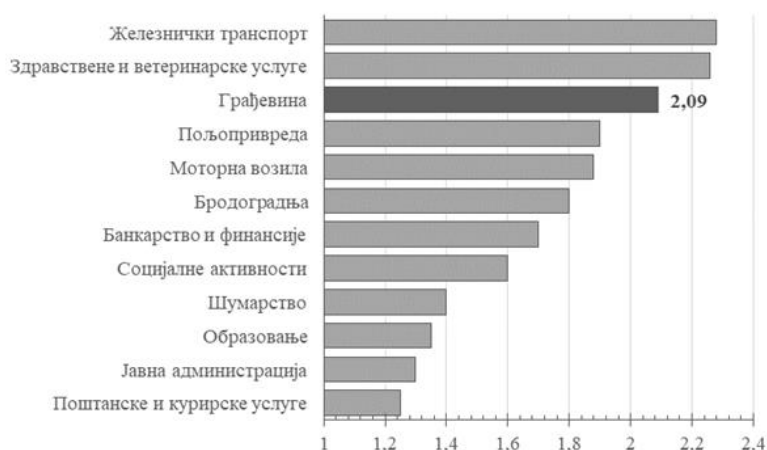


Слика 2.1. Утицај инвестиција у грађевинској индустрији на економију у Великој Британији (Извор: L.E.K Consulting on behalf of the UK Contractors Group, 2009)

Изградња у Великој Британији је главни генератор БДП-а (8,5% у 2008. години, 124 милијарди фунти; 7,4% у 2011. години, 122 милијарде фунти), а уз то је највећи генератор раста у другим секторима, с обзиром да је својствено повезана са целокупним ланцем снабдевања (L.E.K. Consulting, 2009).

Резултати су показали да свака фунта уложена у изградњу, у кратком року генерише укупно 2,84 фунте у укупној економској активности (нпр. раст БДП-а). У овом прорачуну није узета у обзир дугорочна корист за друштво, која је приказана на слици бр. 2.1.

Студија је даље показала да је грађевински сектор у кратком року један од најефикаснијих сектора у које држава може уложити како би подстакла економску активност.



Слика 2.2. Мултипликатори по индустријама
(Извор: L.E.K Consulting on behalf of the UK Contractors Group, 2009)

Слика 2.2. изнад, показује ниво мултипликатора економске активности, односно оне које укључују само директне и индиректне ефекте. Као што се може видети из графикана, мултипликатор изградње је међу највишима од свих привредних активности.

За Аустралију је мултипликатор изградње 3, па уложених 1 милион аустралијских долара, производи ефекат од 3 милиона аустралијских долара на свеукупну привредну активност Аустралије. Грађевинска индустрија у Аустралији генерише 7,6% БДП-а, док укупна продаја и услуге у свим пратећим гранама грађевине доприноси са 21% БДП-а (Wargent, 2014).

Мултипликатор изградње за Русију износи 1,32, док је мултипликатор запослења 0,76 (Kievskiy and Kievskiy, 2016). Ово практично значи да се улагањем милијарду рубаља генерише додатних 320 милиона рубаља у осталим гранама индустрије које су везане за грађевинску индустрију, као и до повећања запослености за 760 радних места.

PricewaterhouseCoopers, у својој студији о евалуацији улоге изградње у привреди Новог Зеланда (PricewaterhouseCoopers, 2011) детаљно је испитао грађевински сектор и процену његовог утицаја на економију и БДП. У Новом Зеланду је грађевинска индустрија једна од најважнијих привредних грана са великим бројем запослених (8% свих запослених ради у грађевинском сектору), изградња доприноси 4% БДП-у. Обрачун мултипликатора за грађевинску индустрију је веома сличан оном који се види из анализа УКЦГ у Великој Британији. Чињеница да је извршена анализа од стране две потпуно различите институције, чак и на различитим континентима, дала потпуно исте податке, овој калкулацији даје посебну тежину.



Слика 2.3. Утицај инвестиција у грађевинској индустрији на економију у Новом Зеланду
(Извор: PricewaterhouseCoopers, 2011)

Поред истраживања финансијског утицаја улагања у изградњу, потребно је навести и друге утицаје, јер сама примена мултипликатора не показује потпуни утицај на економију и друштво у целини. Према томе, као што изградња регионалних и магистралних путева, и аутопутева утиче на смањење времена путовања, смањење броја саобраћајних незгода, а самим тим и броја смртних случајева и повреда (медицински трошкови за збрињавање повређених, трошкови боловања, и др.), побољшање логистике које на тај начин повећава пословно повезивање људи и предузећа, већа продуктивност рада, повећана конкуренција на ширем тржишту што као резултат даје смањење цена за потрошаче, у исто време долази до развоја читавог региона.

2. 2. Грађевинска индустрија и конкурентност

Грађевинско предузеће се бави изградом идејних и главних пројеката као и изградњом и реконструкцијом објеката. Грађевинско предузеће ради за тржиште на принципу профита и по налогу наручиоца. Поље деловања грађевинских фирми је у разним областима: индустријска постројења, мостови, путеви, железничка инфраструктура, саобраћајна инфраструктура, хидро- термо- и нуклеарне електране, инфраструктурни објекти, мелиорације, пословни и стамбени објекти (Новаковић, 2003). Грађевинска предузећа носе одговорност за стручне поставке и квалитет радова.

Ефикаснији рад треба бити саставни део новог модела рада и пословања, те модерног управљања пословањем, због покушаја обухвата економских последица различитих некономских феномена: образовање, наука, степен развијености, располагање ресурсима, политичка стабилност, здравствена заштита и слично.

Европска централна банка користи ужу и ширу дефиницију појма конкурентности (European Central Bank, 2012). Ужа дефиниција односи се на спољно-трговинске перформансе: показатеље за мерење тржишног учешћа, раста извоза и биланса текућег рачуна. Шира дефиниција укључује и показатеље продуктивности.

Светски економски форум (World Economic Forum) анализира конкурентност између појединих земаља према различитим параметрима. Конкурентност се дефинише као одређени скуп параметара, политика и фактора, а који одређују ниво рада ефикасности конкретне државе. Ниво продуктивности се одређује преко нивоа благостања и стопе повраћаја инвестиција.

Фактори конкурентности се могу поделити на две групе (OECD Proceedings, 1998): ценовне (трошковне) и неценовне факторе конкурентности. Свакако, у свим облицима анализе конкурентности постоје одређени заједнички фактори, као на пример: привредни раст, перформансе спољно-трговинске размене, економска ситуација и економска ефикасност.

Једно од првих опсежнијих истраживања, које се односи на конкурентности привреде у Републици Србији, урадио је *Jefferson Institute* (Jefferson Institute, 2006). У спроведеним истраживањима наводи се велики број проблема који утичу на конкурентност привреде Републике Србије, и предлажу се модели унапређења њене конкурентности.

Употреба информационих технологија утиче на конкурентност на три посебно важна начина (Портер, 2008):

- 1) Мења структуру индустрије, а чинећи то мења и правила конкуренције;
- 2) Ствара конкурентску предност пружајући предузећима нове могућности да надмаше своје конкуренте;
- 3) Рађа читаве нове послове, који често настају из већ постојећих активности предузећа.

2. 3. Информатичко стање у грађевинској индустрији Србије

Током 2018. аутор овог рада спровео је истраживање о примени информационих технологија у грађевинским предузећима широм Србије, на циљаном узорку од 69 грађевинских предузећа. Неки од показатеља стања приказани су на статистички обрађеним подацима.

На питање „Колико година Ваше предузеће послује у сектору грађевине у Србији?“ од 69 добијених података из графикана 2.1. се може видети да се у сектору грађевине до 5 година послује 3 предузећа, а да преко 20 година послује 34 предузећа.

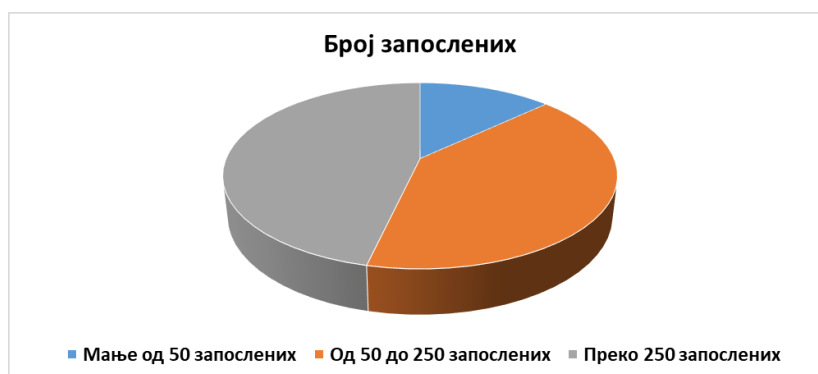


Графикон 2.1. Број година пословања предузећа у грађевинској индустрији Србије

Из добијених података може се видети да у Србији скоро 50% грађевинских предузећа раде преко 20 година и да би требала имати доста грађевинског искуства.

На питање: „Колико запослених има Ваше предузеће?“ анкетирани су имали избор од три опције: Мање од 50, Од 50 до 250 и Преко 250, а добијени подаци представљени су на графикону 2.2.

Број запослених у грађевинским предузећима је доста велики, јер у обухвату од 69 грађевинских предузећа, њих 32 има преко 250 запослених, док мање од 50 запослених има само 9 грађевинских предузећа.



Графикон 2.2. Број запослених у грађевинским предузећима

Број запослених, поред годишњег промета је један од критеријума за рангирање предузећа. Према извештају Европске комисије (Eurostat Regional Yearbook, 2015) мала предузећа су она која имају мање од 50 запослених, средња од 50 до 250 запослених, а велика преко 250 запослених. Може се видети да је истраживање управо спроведено према том критеријуму.

На питање: „Колико година радног искуства имате у грађевинском сектору?“, понуђени су одговори: Мање од 5 година, од 5 до 10 година, од 10 до 15 година, од 15 до 20 година, те преко 20 година. У 69 анкетираних грађевинских предузећа може се видети да преко 72% анкетираних ради од 5 до 15 година, што су најбоље радне године.

Табела 2.1. Радно искуство у грађевинском сектору

	Број	%
Мање од 5 година	4	5.8
Од 5 до 10 година	26	37.7
Од 10 до 15 година	24	34.8
Од 15 до 20 година	12	17.4
Преко 20 година	3	4.35



Графикон 2.3. Радно искуство у грађевинском сектору

Са мање од 5 година радног искуства у грађевинском предузећу између оних који су попуњавали анкету је мање од 6%, а највише их је (скоро 38 %) са искуством од 5 до 10 година.

Сви анкетирани (они који су попуњавали упитник) користе рачунаре на свом радном месту.

На питање „Колико дуго користе рачунар?“, анкетирани су могли да бирају између: Мање од 1 године, Од 1 до 5 година, Од 6 до 10 година, Од 11 до 15 година и Преко 15 година. Од 1 до 5 година рачунар користи само 5 испитаника, док га преко 15 година користи 31 испитаник (графикон 2.4.)

Може се видети да како расте број година анкетираних, тако расте и број година колико дуго користе рачунар.

На питање: „На који начин сте научили да користите рачунар?“, анкетираним су понуђени одређени одговори, а из приложене табеле 2.2. се може видети да је највећи број анкетираних то научио сам, скоро 70 % анкетираних.



Графикон 2.4. Године коришћења рачунара

Табела 2.2. Начин на који су анкетирани научили користити рачунар

	Одговор анкетираних	%
У школи/на факултету	14	20.29
Код послодавца	4	5.80
Приватни часови	1	1.45
Сам(а) сам научно(ла)	48	69.57
На специјализованом курсу	2	2.90

Проблем везан за обуку је тај што запосленима није омогућено усавршавање у коришћењу нових технолошких решења (рачунара), јер је време које су провели сами учећи сигурно пуно дуже него да су имали прилику да то науче брже од искусних предавача и добрих познаваоца струке.

На питање „Да ли Ваше предузеће поседује и користи рачунаре у свом пословању?“, сви анкетирани су одговорили потврдно, што је веома значајно за ефикасније пословање. Такође, сви анкетирани су одговорили да рачунаре користе и у канцеларијама и на градилиштима.

На питање: „Који је ниво коришћења информационих технологија (ИТ) у Вашем предузећу?“, анкетирани су могли да бирају следеће: Висок ниво, Средњи ниво, Низак ниво. У следећој табели 2.3. представљени су нивои коришћења информационих технологија у грађевинским предузећима.

Табела 2.3. Ниво коришћења информационих технологија

	Број	%
Низак ниво	9	13.04
Средњи ниво	21	30.43
Висок ниво	39	56.52

Из одговора се може видети да скоро 57% испитаника сматра да им је висок ниво коришћења информационих технологија.

На питање: „На који начин сагледавате улогу ИТ-а у односу на пословање Вашег предузећа?“ (могуће је одабрати и више одговора), анкетирани су могли да бирају више одговора између наведених: Критична улога (без ИТ-а предузеће отежано функционише), Пружа додатну вредност предузећу, Улога подршке у раду и радним процесима, Нема никакву улогу. Из табеле 2.4. „Улога ИТ-а у односу на пословање“, може се видети да преко 30% анкетираних сматра да без ИТ-а њихово предузеће отежано функционише, а да нове технологије пружају додатну вредност предузећу. Преко 30% анкетираних сматра да је без

ИТ-а отежано функционисање предузећа, да им нове технологије пружају додатну вредност и подршку у раду и обављању радних процеса сматра преко 10 % анкетираних.

Табела 2.4. Улога ИТ-а у односу на пословање

Улоге	Од 69 анкет.	%
Улога подршке у раду и радним процесима.	12	17.39
Критична улога (без ИТ-а предузеће отежано функционише), Пружа додатну вредност предузећу.	21	30.43
Критична улога (без ИТ-а предузеће отежано функционише), Пружа додатну вредност предузећу, Улога подршке у раду и радним процесима.	14	20.29
Критична улога (без ИТ-а предузеће отежано функционише).	8	11.59
Критична улога (без ИТ-а предузеће отежано функционише), Улога подршке у раду и радним процесима.	7	10.14
Пружа додатну вредност предузећу, Улога подршке у раду и радним процесима.	7	10.14

На питање да означе оне врсте ИТ које користе у свом предузећу, анкетирани су могли да бирају више одговора од следећих понуђених: Десктоп рачунари, Лаптоп рачунари, Таблети, Мобилни телефони, Дигитални фотоапарати, Пројектори, те Остало, а који су то избори анкетираних приказано је у табели 2.5.

Табела 2.5. Врсте ИТ уређаја

Уређаји	Број	%
Десктоп рачунари, Лаптоп рачунари, Мобилни телефони, Дигитални фотоапарати	11	15.94
Десктоп рачунари, Лаптоп рачунари, Мобилни телефони, Дигитални фотоапарати, Пројектори	5	7.25
Десктоп рачунари, Мобилни телефони, Дигитални фотоапарати	4	5.80
Десктоп рачунари, Лаптоп рачунари	9	13.04
Лаптоп рачунари	2	2.90
Десктоп рачунари, Лаптоп рачунари, Таблети, Мобилни телефони, Дигитални фотоапарати	5	7.25
Десктоп рачунари, Лаптоп рачунари, Таблети, Мобилни телефони, Дигитални фотоапарати, Пројектори, Мрежни копир уређаји, Документ скенери, Плотери	2	2.90
Десктоп рачунари, Лаптоп рачунари, Таблети, Мобилни телефони	13	18.84
Десктоп рачунари, Лаптоп рачунари, Мобилни телефони	14	20.29
Десктоп рачунари, Лаптоп рачунари, Таблети, Мобилни телефони, Дигитални фотоапарати, Пројектори	4	5.80

Из приложене табеле се може видети да преко 20 % анкетираних у грађевинским предузећима користи: десктоп рачунаре, лаптоп рачунар, те мобилне телефоне, а скоро 3 % их користи све наведене и још неке уређаје који нису ни наведени у одговору упитника (под остало). Добро би било да се ефикасно користе: дрoнови, сензори, интернет ствари машина и уређаја, GPS и слично, јер би им то обезбедило још ефикасније и јефтиније пословање.

На питање: „Да ли су рачунари у Вашем предузећу повезани на рачунарску мрежу (умрежени)?“ Само у два грађевинска предузећа рачунари нису повезани у мрежу, док је 67 предузећа то урадило.

На питање који тип рачунарске мреже користите, од 67 грађевинских предузећа која имају мрежу, могли су да бирају један или више од понуђених одговора: „Локална мрежа (LAN - мрежа у канцеларијама, на градилишту,...)“, „Регионална мрежа (WAN - мрежа између канцеларија и градилишта)“, те „Бежична мрежа (WLAN)“. Из табеле 2.6. може се видети структура одговора. Скоро 50 % анкетираних грађевинских предузећа има Локалну мрежу (LAN - мрежа у канцеларијама, на градилишту,...). Само два грађевинска предузећа имају: „Локална мрежа (LAN - мрежа у канцеларијама, на градилишту,...), Регионалну мрежу (WAN - мрежа између канцеларија и градилишта), Бежична мрежа (WLAN)“, а то им даје малу могућност да ефикасно прикупљају све потребне податке који су им неопходни за коришћење складишта података и остварење конкурентске предности.

Табела 2.6. Типови рачунарских мрежа

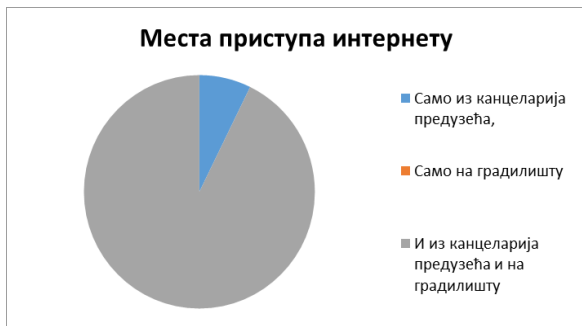
Тип рачунарске мреже	Број	%
Локална мрежа (LAN - мрежа у канцеларијама, на градилишту)	33	49.25
Локална мрежа (LAN - мрежа у канцеларијама, на градилишту), Регионална мрежа (WAN - мрежа између канцеларија и градилишта)	11	16.42
Локална мрежа (LAN - мрежа у канцеларијама, на градилишту), Бежична мрежа (WLAN)	14	20.90
Регионална мрежа (WAN - мрежа између канцеларија и градилишта)	4	5.97
Локална мрежа (LAN - мрежа у канцеларијама, на градилишту), Регионална мрежа (WAN - мрежа између канцеларија и градилишта), Бежична мрежа (WLAN)	2	2.99
Бежична мрежа (WLAN)	3	4.48

На питање: „Да ли Ваше предузеће користи Е-mail за званичну комуникацију?“ сви анкетирани су одговорили потврдно, што им обезбеђује бржу и ефикаснију комуникацију.

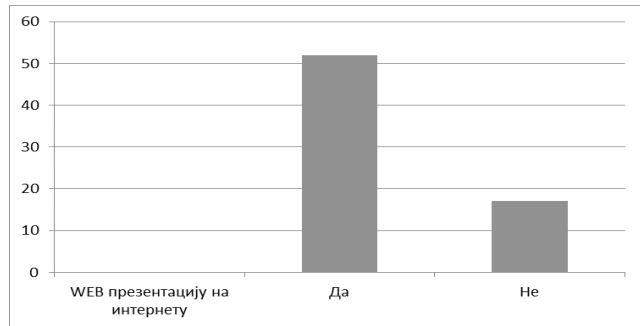
На питање: „Да ли је Ваше предузеће повезано на интернет?“, сва анкетирана грађевинска предузећа су одговарала потврдно, а то им обезбеђује брже долажење до података и информација, ефикасније праћење конкуренције, дешавања на тржишту, дешавања на берзи и слично.

На питање да наведу са којих места имају приступ интернету анкетираним су понуђени следећи одговори: „Само из канцеларија предузећа, Само на градилишту, И из канцеларија предузећа и на градилишту“, одговори су представљени на графikonу 2.5. Може се видети да ни једно грађевинско предузеће нема приступ интернету само са градилишта, а да приступ интернету и са градилишта и из канцеларије има 64 анкетираних предузећа од 69 грађевинских предузећа која су обухваћена анкетом.

На питање: „Да ли Ваше предузеће има своју WEB презентацију на интернету?“ само 17 предузећа је одговорило да нема своју WEB презентацију на интернету, а резултати су представљени графikonом 2.6.



Графикон 2.5. Места приступа интернету



Графикон 2.6. WEB презентација на интернету

На питање: „Да ли у оквиру Вашег предузећа постоји посебан ИТ сектор или неко ко је одговоран за ИТ?“, четири анкетирани грађевинска предузећа (скоро 6%) у Републици Србији су одговорили да немају посебан сектор или неког ко је одговоран за ИТ, док 65 анкетираних грађевинских предузећа има неког ко је одговоран за ИТ.

Табела 2.7. Услуге које пружа ИТ сектор или неко ко је одговоран за ИТ.

	Број	%
Канцеларијска подршка	4	6.15
Канцеларијска подршка, Подршка за интернет и Е-mail, Одржавање базе података, Одржавање рачунарских мрежа, Одржавање софтвера	8	12.31
Подршка за интернет и Е-mail	2	3.08
Канцеларијска подршка, Одржавање базе података	3	4.62
Канцеларијска подршка, Одржавање базе података, Одржавање рачунарских мрежа, Одржавање софтвера	11	16.92
Канцеларијска подршка, Подршка за интернет и Е-mail, Одржавање базе података, Одржавање рачунарских мрежа, Подршка за коришћење софтвера, Одржавање софтвера	14	21.54
Одржавање рачунарских мрежа, Подршка за коришћење софтвера, Одржавање софтвера	6	9.23
Канцеларијска подршка, Подршка за интернет и Е-mail, Одржавање базе података, Одржавање рачунарских мрежа, Подршка за коришћење софтвера, Одржавање софтвера, Набавка и одржавање хардвера	3	4.62
Канцеларијска подршка, Подршка за интернет и Е-mail, Одржавање базе података	3	4.62
Подршка за интернет и Е-mail, Одржавање базе података, Одржавање рачунарских мрежа	2	3.08
Канцеларијска подршка, Подршка за интернет и Е-mail	2	3.08
Канцеларијска подршка, Подршка за интернет и Е-mail, Одржавање софтвера	3	4.62
Одржавање рачунарских мрежа	1	1.54
Подршка за интернет и Е-mail, Одржавање рачунарских мрежа, Подршка за коришћење софтвера	3	4.62

Од 65 грађевинских предузећа који имају ИТ службу или неког задуженог за ИТ о услугама и активностима које они обезбеђују може се видети из табеле 2.7. Оно што није добро је да 6% ИТ сектора даје само канцеларијску подршку, док код 14 грађевинских анкетираних предузећа ИТ сектор обавља: „Канцеларијску подршку, подршку за интернет и Е-mail, одржавање базе података, одржавање рачунарских мрежа, подршка за коришћење софтвера,

одржавање софтвера“. Може се поставити и логично питање „Да ли је неопходна ИТ служба да би само одржавала рачунарску мрежу?“. Да ли се та или још доста других услуга може поверити специјализованим даваоцима таквих услуга?

На питање: „Који је просечан однос између броја запослених који требају да имају рачунар и броја рачунара у Вашем предузећу?“, анкетирани су имали избор између следећих понуђених одговора: 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4, Остало, а резултати добијених одговора се могу видети из графикана 2.7.



Графикон 2.7. Однос између броја запослених који требају да имају рачунар и броја рачунара

Оно што је веома значајно је да је скоро половина од анкетираних потврдила да сваки онај ко треба да има рачунар у грађевинском предузећу стварно га и има (однос 1:1).

Степен коришћења софтвера у анкетираним предузећима у Републици Србији дат је у табели 2.8.

Табела 2.8. Степен коришћења одређених софтвера

	Не користи се	Понекад се користи	Просечно коришћење	Често се користи	Увек се користи
Књижење рачуна	4	2	4	3	56
Пројектовање	3	5	4	4	53
Набавка и фактурисање	2	4	3	11	49
Израда понуда	1	1	1	2	64
Израда трошкова и буџета	2	1	3	12	51
Управљање ресурсима	1	4	22	16	26

Из табеле се може видети да: „Увек се користи“ књижење рачуна код 56 анкетираних грађевинских предузећа у Републици Србији, 53 у пројектовању, 49 у набавкама и фактурисању, изради понуда 64, изради трошкова и буџета 51, а само 26 за управљање ресурсима. Израду понуда и управљање ресурсима не користи само једно анкетирано грађевинско предузеће.

Анкетирана предузећа „Увек користе“ одговарајуће софтвере за: Распоред и планирање радова 31, Извештај о напредовању радова 30, Финансијски менаџмент 48, Менаџмент градилишта и безбедност на раду 26, Праћење трошкова пројекта 44, Информације о подизвођачима и добављачима 34, Комуникација (интерна и екстерна) 32, Дистрибуција документације на пројекту 25. (табела 2.9.)

Табела 2.9. Степен коришћења одређених специфичних софтвера

	Не користи се	Понекад се користи	Просечно коришћење	Често се користи	Увек се користи
Распоред и планирање радова	6	5	15	12	31
Извештај о напредовању радова	6	9	11	13	30
Финансијски менаџмент	9	4	3	5	48
Менаџмент градилишта и безбедност на раду	3	5	14	21	26
Праћење трошкова пројекта	3	7	7	8	44
Информације о подизвођачима и добављачима	3	11	4	17	34
Комуникација (интерна и екстерна)	2	5	9	21	32
Дистрибуција документације на пројекту	2	4	8	30	25

Колики је ниво коришћења одређених ИТ алата у анкетираним грађевинским предузећима може се видети из табеле 2.10.

Табела 2.10. Ниво коришћења одређених ИТ алата

	Не користи се	Понекад се користи	Просечно коришћење	Често се користи	Увек се користи
Мобилни телефон	0	6	0	11	52
E-mail	0	0	0	8	61
Мобилни интернет	5	10	13	24	17
Видео-конференција	35	18	11	4	1
Електронске набавке	22	3	19	5	20
Електронски тендери	25	13	14	5	12
Електронски систем за управљање документацијом	21	20	15	5	8

Из табеле 2.10. се може видети да 52 од 69 анкетираних предузећа користе мобилни телефон, док 61 анкетирано предузеће користи *E-mail*. Видео-конференције су нешто што се веома мало користи, а не користе их 35 од 69 анкетираних грађевинских предузећа.

Колики је ниво коришћења неких напреднијих ИТ алата у анкетираним грађевинским предузећима може се видети из табеле 2.11.

Табела 2.11. Коришћење неких напреднијих ИТ алата

	Не користи се	Понекад се користи	Просечно коришћење	Често се користи	Увек се користи
Теле-конференција	29	9	16	2	13
GPS - Global Positioning Systems	21	16	15	8	9
GIS - Geographic Information Services	55	9	5	0	0
RFID - Radio Frequency Identification	54	10	5	0	0
Посебан веб сајт за пројекат (Extranets)	52	17	0	0	0
Технологије за надгледање градилишта (CCTV)	34	14	8	10	3
Моделовање и визуелизација (3D-CAD, 4D-CAD и сл.)	24	25	11	8	1
Интегрисани софтвер (ЕРП систем и сл)	36	13	14	0	6

Из табеле 2.11. се може видети да 55 од 69 анкетираних грађевинских предузећа не користи *GIS - Geographic Information Services*, да 54 не користи *RFID - Radio Frequency Identification*, а да само 9 анкетираних грађевинских предузећа користи *GPS - Global Positioning Systems*.

Колики је ниво коришћења основних и неких напреднијих ИТ апликација у анкетираним грађевинским предузећима може се видети из табеле 2.12.

Табела 2.12. Коришћење основних ИТ алата

	Не користи се	Понекад се користи	Просечно коришћење	Често се користи	Увек се користи
Обрада текста (Word и сл.)	0	0	3	17	49
Обрада табела (Excel и сл.)	0	0	3	16	50
Израда презентација (Powerpoint и сл)	5	19	3	14	28
Базе података (Access и сл.)	24	15	4	17	9
Microsoft Project	7	8	22	18	14
Primavera	42	12	7	3	5
Power Project	42	13	5	5	4
WinQS	48	14	2	1	4
BuildSoft	55	13	1	0	0
NormaBase	56	6	5	2	0
Интегрисани ЕРП систем	48	11	4	2	4

Из табеле 2.12. се може видети да се обрада текста и рад са табелама највише користи у грађевинским предузећима, док се не користи *BuildSoft* у 55 од 69 анкетираних предузећа, *NormaBase* не користи 56 грађевинских предузећа, док „Интегрисани ЕРП систем“ не користи 48 предузећа.

Табела 2.13. Мотиви за увођење ИТ алата

Мотиви	Оцене				
	1	2	3	4	5
Жеља да се административни послови обављају ефикасније	8	2	13	15	31
Жеља да се технички послови обављају ефикасније	9	1	14	15	30
Због повећања конкурентности предузећа	4	5	22	5	33
Због захтева инвеститора	22	2	24	14	7
Жеља за развојем нових производа или модела пословања	8	5	24	22	10
Због захтева запослених	15	7	21	9	17

Мотиви за увођење ИТ алата у анкетираним грађевинским предузећима могли су бити оцењени оценом од 1 до 5. У табели 2.13. дате су оцене за мотиве увођења. Највећи мотив за увођење ИТ у грађевинским предузећима је због повећања конкурентске предности код 33 од 69 анкетираних, док се у 30 предузећа жеља за увођењем ИТ односи на то да се технички послови обављају ефикасније.

На питање „Које су предности ИТ алата који се употребљавају у Вашем предузећу?“, анкетирани су могли да дају оцену од 1 до 5, а како су одговорили представљено је у табели 2.14.

Табела 2.14. Предности које могу обезбедити ИТ алати

Предности	Никакве	Слабе	Осредње	Велике	Веома велике
Боља финансијска контрола	2	7	12	18	30
Бољи квалитет рада	1	8	16	19	25
Бржи завршетак посла	0	4	13	23	29
Могућност дељења информација	0	0	2	32	35
Једноставнији/бржи приступ заједничким информацијама	0	0	0	22	47
Боља комуникација	0	0	4	32	33
Лакше руковање великом количином података	0	0	0	21	48
Већа флексибилност у испуњавању захтева инвеститора	1	5	17	21	25
Предузеће је атрактивније код избора новог особља	1	6	25	23	14
Могућност смањења броја запослених	10	12	25	9	13
Могућност развоја нових производа/пословног модела	6	12	22	16	13

Из табеле се може видети да по мишљењу анкетираних грађевинских предузећа ИТ алати могу обезбедити велике предности код: бржег завршетак посла 29, могућности дељења

информација 35, једноставнији/бржи приступ заједничким информацијама 47, те лакше руковање великом количином података 48.

На питање: „Која од следећих изјава најбоље описује разлоге који спречавају или ометају увођење ИТ алата у Ваше предузеће?“, анкетирани грађевинска предузећа су имала избор између: не утичу, веома слабо, слабо, средње, јако и веома јако, а разлози су представљени у табели 2.15.

Табела 2.15. Разлози који спречавају или ометају увођење ИТ алата у грађевинско предузеће

Разлози	Не утиче	Веома слабо	Слабо	Средње	Јако	Веома јако
Недостатак средстава за улагање у ИТ	0	8	8	14	25	13
Недостатак радника са одговарајућим вештинама и знањем у ИТ-у	0	5	6	16	20	22
Општи став менаџера да је постојећи начин рада довољно добар и да промене нису потребне	5	5	5	31	9	14
Проблем интеграције ИТ-а у организацију	3	5	10	14	22	15
Брига у вези безбедности података/страх за приватност података	5	12	21	23	6	2
Ангажовање релативно јефтине радне снаге у Србији	5	10	22	13	6	13
Већини инвеститора није битно коришћење ИТ алата у грађевинским предузећима	15	2	10	25	15	2
Континуирана потреба за унапређењем софтвера и хардвера	10	5	16	19	14	5
Преобимност информација	8	1	21	22	15	2
Недовољно интересовање/посвећеност менаџмента	4	4	6	9	21	25
Менаџмент нема времена да се посвети увођењу ИТ-а због превеликог оптерећења свакодневним пословима	6	7	9	15	14	18
Потешкоће у одређивању поврата средстава на улагање у ИТ	6	8	9	14	9	23

Из табеле 2.15. се може видети да „Недостатак средстава за улагање у ИТ“ јако утиче на 25 анкетираних грађевинских предузећа, да „Већини инвеститора није битно коришћење ИТ алата у грађевинским предузећима“ у 25 предузећа као средње јак разлог за увођење ИТ. Ни једно грађевинско предузеће не сматра да „Недостатак радника са одговарајућим вештинама и знањем у ИТ-у“ и „Недостатак средстава за улагање у ИТ“ не спречавају увођење ИТ алата.

На питање „Ако бисте могли да одлучујете о улагању у ИТ, које области у пословању Вашег предузећа бисте најпре „опремили“ ИТ алатима?“, анкетираним грађевинским предузећима је било понуђено: Преносива опрема/мобилни систем, Електронска набавка, Књиговодствени/финансијски систем, Руковање документацијом, Систем за праћење трошкова, Веб решење за координацију/ комуникацију на пројекту, Систем за техничке калкулације, те Систем за праћење реализације. Како су по приоритету од један до осам одговорили, представљено је у табели 2.16.

Табела 2.16. Области у пословању грађевинског предузећа које би анкетирани најпре „опремили“ ИТ алатима

	П р и о р и т е т							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Преносива опрема/мобилни систем	4	0	1	1	7	12	14	30
Електронска набавка	1	1	0	7	12	15	14	19
Књиговодствени/финансијски систем	0	3	7	4	11	7	12	25
Руковање документацијом	0	1	2	11	14	8	14	19
Систем за праћење трошкова	22	4	4	1	4	12	5	17
Веб решење за координацију/комуникацију на пројекту	6	1	0	4	15	16	14	13
Систем за техничке калкулације	1	6	14	5	5	8	17	13
Систем за праћење реализације	4	13	10	5	1	9	9	18

Из табеле 2.16. се може видети да су 22 анкетирана грађевинска предузећа као приоритет навела Систем за праћење трошкова (највиши приоритет – 1) а одмах након тога Систем за праћење реализације. Ни једно анкетирано грађевинско предузеће не сматра да би требало опремати: Књиговодствени/финансијски систем и Руковање документацијом. Да ли због тога што су ови системи већ довољно опремљени или анкетирани не сматрају да је њихов значај велики?

У овом делу докторског рада смо дали само један део статистичких података везаних за анкету која је спроведена у 2018. години на циљаном узорку од 69 грађевинских предузећа у Србији. Дobar део статистичких података биће дат и у наредним поглављима на одговарајућим местима.

Веома је било тешко имати већи обухват, јер део грађевинских предузећа из њима знаних разлога нису одговорила на анкетни упитник.

2. 4. Продуктивност у грађевинској индустрији

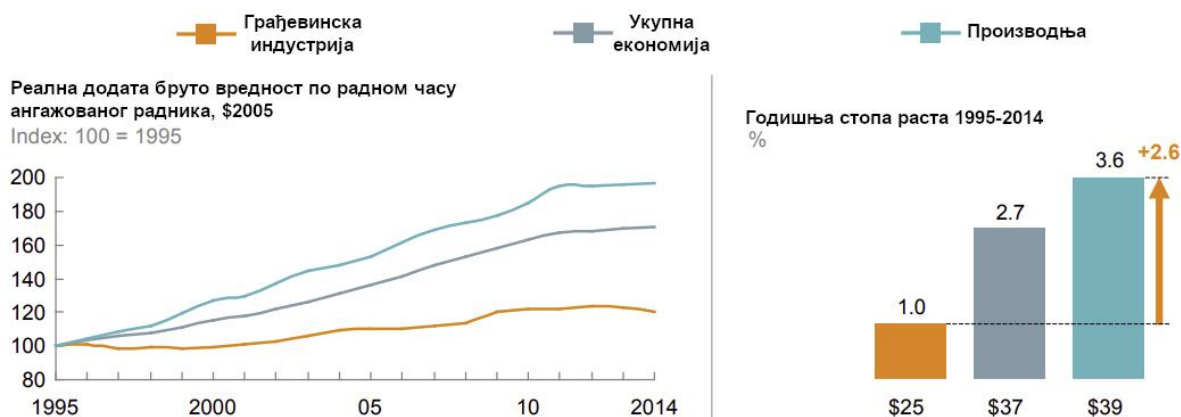
Продуктивност се обично дефинише као однос између нивоа производње (произведених средстава) и нивоа уложених средстава (нпр. потрошених ресурса) (Gutenberg, 1958). Другим речима, служи за мерење искоришћености производних средстава, као што су радна снага и капитал, у циљу постизања одређеног нивоа производње. Продуктивност је кључни извор економског раста и конкурентности, и као таква, представља основне статистичке информације за упоређивање на међународном нивоу и процењивање продуктивности на нивоу једне земље. На пример, подаци о продуктивности се користе за утврђивање утицаја тржишта у погледу производа и радне снаге, на економски учинак. Пораст продуктивности чини битан елемент за обликовање продуктивног капацитета. Такође, омогућује аналитичарима да одреде искоришћеност капацитета, што даље пружа могућност процене положаја финансијских средстава у кругу пословања, као и предвиђање економског развоја.

Продуктивност је, с једне стране, уско повезана са коришћењем и доступношћу ресурса. Ово значи да је продуктивност смањена уколико се ресурси компаније не искоришћавају на прави начин, или су у мањку. Са друге стране, продуктивност је чврсто повезана са стварањем вредности. Стога, висока продуктивност се постиже када активности и ресурси у процесу израде доприносе вредности производа (Самјуелсон и Нордхаус, 2009) .

На државном нивоу, продуктивност покреће економски раст и развој, и указује на потенцијал у погледу побољшања важних стандарда и повећање у погледу генералног друштвеног благостања, као и више времена за слободне активности грађана.

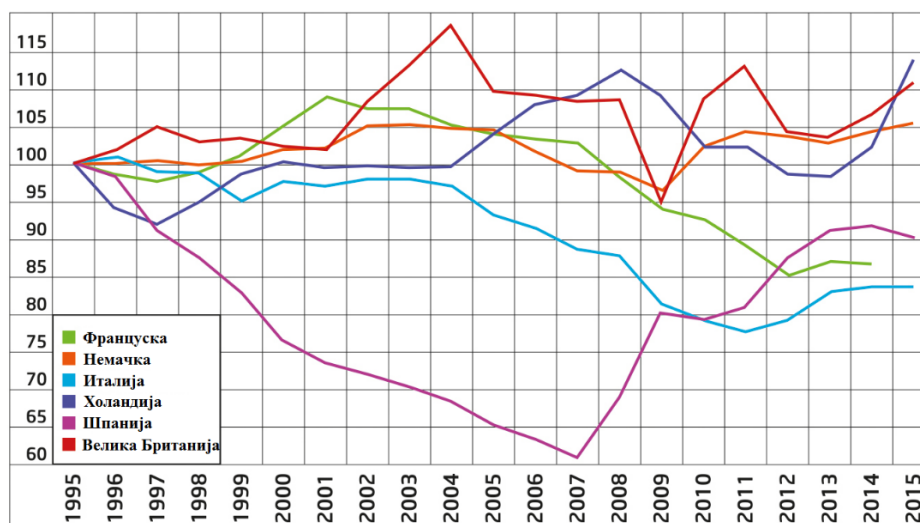
Грађевинска индустрија може подстаћи економски развој захваљујући својој величини и повезаности са остатком економије (Ofori, 2015). Повећање продуктивности у грађевини покреће широки круг догађаја. Доводи до смањења релативних цена грађевинских производа, веће новчане накнаде за грађевинске раднике, увећани профит за извођаче радова и инвеститоре, што само по себи утиче на повећање у погледу улагања, бројније прилике за рад и повећану конкурентност у области индустрије (Ofori, 2015).

На следећем графикону 2.8. приказан је тренд кретања продуктивности у грађевинској индустрији и у производњи у 40 земаља света, које заједно генеришу 96% светског БДП-а. Са графикона се види да су радници у производној индустрији 1,7 пута продуктивнији од радника у грађевинској индустрији на крају 2014. године. Оно што је врло забрињавајуће је да је продуктивност радника у грађевинској индустрији расла само 1% годишње, док је продуктивност радника у производњи расла 3,6% годишње у периоду од 1995. до 2014. године.



Графикон 2.8. Кретање продуктивности радника током времена
(Извор: McKinsey Global Institute, 2017)

На следећем графикону, приказан је тренд кретања продуктивности у грађевинској индустрији у свакој од шест земаља чланица Европске уније, у периоду 1995 - 2015. године.



Графикон 2.9. Тренд кретања продуктивности у периоду 1995-2015
(Извор: Real Estate for Construction Business, 2020)

Животни стандард једне земље зависи од способности њених предузећа да достигну висок степен продуктивности и да је стално повећавају. Одржив раст продуктивности захтева да привреда стално сама себе унапређује, тако што ће предузећа морати да побољшавају квалитет производа, додају пожељне карактеристике, усавршавају технологију производње, или повећавају њену ефикасност (Портер, 2008).

2. 5. Конкурентност грађевинског сектора нискоградње у Републици Србији

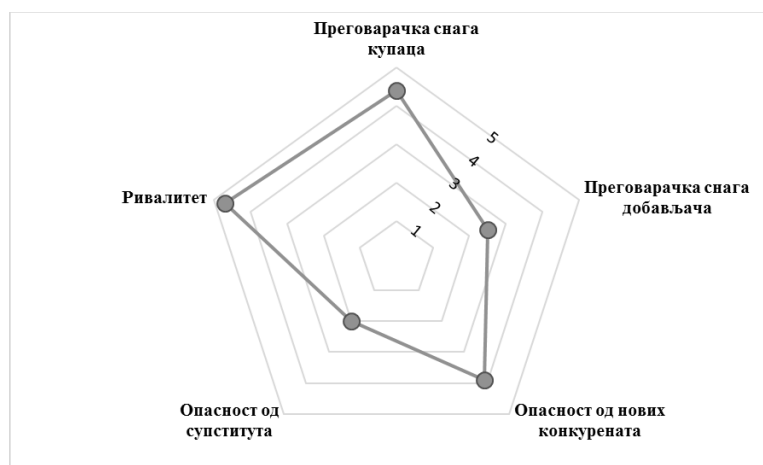
Употребом модела Портерових 5 сила, урађена је анализа грађевинске индустрије у Републици Србији у сектору нискоградње. Грађевинске фирме које су главни извођачи радова су третиране као играчи на тржишту грађевине. Држава и њена јавна предузећа, дирекције за градско-грађевинско земљиште и локалне самоуправе су главни купци, док су подизвођачи и произвођачи грађевинског материјала третирани као главни добављачи.

Грађевинска индустрија у Србији је фрагментирана ако се посматра на нивоу целе државе. Постоји значајан број купаца, и то од државе, локалних самоуправа и општина, па до већих или мањих приватних компанија. Пуно ових купаца је у јакој позицији, на пример, ако су расписали тендер за одређени пројекат у неком региону државе, јер велики број грађевинских предузећа у локалним срединама има веома мало посла.

У оквиру добављача, подизвођачи представљају већу категорију, док произвођачи грађевинског материјала представљају мању категорију, односно мање су бројнији и значајнији од подизвођача.

Капиталне баријере за улазак на тржиште грађевинске индустрије у сектору нискоградње нису толико високе. Међутим, да би се нови учесници на тржишту такмичили као главни извођачи на великим пројектима морају имати и понудити широк спектар компетенција као што су пројектовање, набавка, управљање пројектима, примена нових технологија у изградњи и праћењу пројекта, отворене кредитне линије у комерцијалним банкама, јер све ово смањује ризик од појаве нових учесника.

Не треба заборавити да је грађевинска индустрија веома осетљива на макроекономске перформансе што значи да се њена атрактивност мења из године у годину. Супститути на овом тржишту се могу појавити у виду поправке и реконструкције али не и у виду нове изградње.



Графикон 2.10. Пет Портерових сила

С обзиром на велику конкуренцију, ривалитет између учесника на тржишту је појачан због релативне лакоће повећања производње у односу на захтеве тржишта, као и због

чињенице да су трошкови изласка са тржишта мали. На графикону 2.11., приказан је утицај наведених сила на конкурентност грађевинских предузећа.

Међутим, за сектор нискоградње у Србији моћ купаца је велика, јер постоје само 3 велика купца: ЈП Путеви Србије, ЈП Коридори Србије и Дирекција за градско грађевинско земљиште града Београда. Избор главног извођача на већини инфраструктурних пројеката у Србији врши се на јавним тендерима које расписују ова јавна предузећа. Главни критеријум за избор извођача на тендеру је најнижа цена изградње тако да главни извођачи практично немају никакву моћ и утицај на формирање цене у овом сектору грађевинског тржишта. Са друге стране, цене некретнина следе уобичајена правила понуде и потражње, крајњи купци не могу да се интегришу вертикално или уназад, па је моћ купаца врло ограничена. Све у свему, моћ купаца у сектору нискоградње је јака.

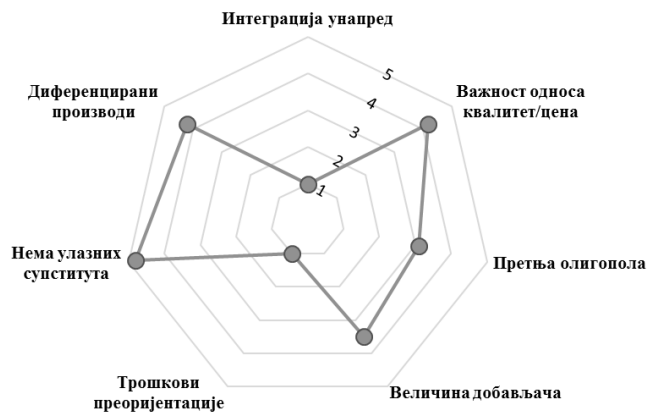


Графикон 2.11. Преговарачка снага купаца

Произвођачи грађевинског материјала и грађевинске фирме које конкуришу као подизвођачи главном извођачу радова, су специјализоване за одређене врсте грађевинских радова и представљају снабдеваче или добављаче главног извођача. Тржиште грађевинског материјала је концентрисано. Грађевински материјали као што су цемент, битумен, песак, шљунак, камен, арматурно гвожђе, цигла и други, имају сличан квалитет код свих снабдевача, цена је уједначена по свакој врсти материјала, а корист за купца огледа се у добро развијеној дистрибутивној мрежи која може да смањи транспортне трошкове до градилишта. У овим околностима значајна је и пожељна консолидација која може да повећа моћ снабдевача, што у Србији није случај. Насупрот томе, грађевинске фирме свих врста, имају тенденцију да буду мале и бројне из разлога наведених у делу анализе за нове учеснике на тржишту. То значи да главни извођачи имају широк избор подизвођача за било који део уговореног пројекта. У оваквој ситуацији, моћ добављача је смањена.

Чињеница да је највећи део прихода добављача везан за грађевинску индустрију и да има врло мало других тржишта где они могу да остваре своје приходе, такође смањује њихову моћ. Са друге стране, врло мало супститута је на располагању. Ако цена цемента расте, грађевинска компанија не може да замени бетон са циглама да би завршила изградњу објекта, јер је по пројекту предвиђен бетон. Што се тиче подизвођача не постоји алтернатива услугама које они нуде. Све у свему, моћ добављача је умерена, што је приказано на графикону 2.12.

Баријере за улазак нових играча на тржиште су ниске. Грађевинска предузећа су на неки начин сличнија предузећима из сектора услуга него производним компанијама, у смислу тога да њихове главне активности укључују понуду широког спектра различитих компетенција, као што су пројектовање, вођење пројекта, специфичне вештине грађења и друго.



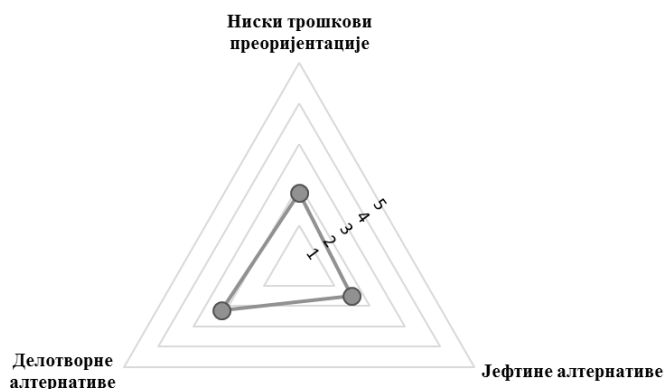
Графикон 2.12. Преговарачка снага добављача

Ова предузећа не морају имати велику, тешку и скупу механизацију, као што су машине за шипове, велике ауто дизалице, пумпе за бетон и слично, јер их могу изнајмити од других добављача или ангажовати друга предузећа специјализована за овакву врсту послова. На крају претња уласка нових играча/конкурентата на тржиште је велика или јака, што је приказано на графикону 2.13.



Графикон 2.13. Опасност од нових конкурентата

Претња супститутима је ниска, с обзиром да су алтернативни начини транспорта, у односу на путну и железничку инфраструктуру, скупи и недовољни, што је приказано на графикону 2.14.



Графикон 2.14. Опасност од супституата

Поред неколико великих грађевинских предузећа у Србији постоји значајан број мањих грађевинских предузећа, и сви заједно нуде сличне или исте услуге. Због ове чињенице присутан је велики и јак ривалитет на тржишту грађевине а посебно у сектору нискоградње, што је приказано на графикону 2.15. Многа предузећа су диверсификовала своје услуге у оквиру грађевинске индустрије, с обзиром да су потребне сличне компетенције за грађевинске пројекте у инфраструктури. Још један аспект на који треба обратити пажњу су макроекономски услови у земљи, јер са њиховим погоршањем ривалитет се значајно повећава.



Графикон 2.15. Ривалитет

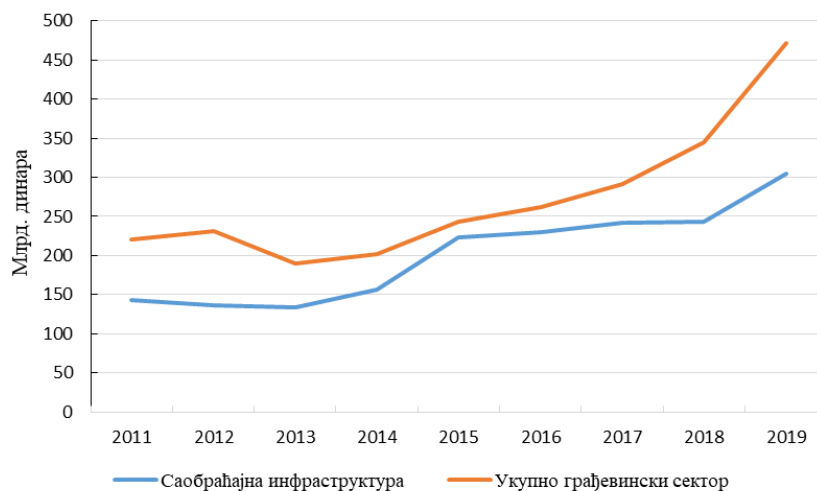
За тренутне играче на тржишту, релативно је једноставно и лако да повећају свој ангажман уколико се за то појави потреба. У условима велике незапослености, грађевинска предузећа релативно лако долазе до полу-квалификоване радне снаге, коју могу упослити на одређено време, док траје сваки појединачни пројекат, без потребе да их стално држе на платном списку, и у периоду када нема довољно посла за капацитете којима располаже грађевинско предузеће. Закључак је да постоји велики ривалитет у сектору нискоградње у грађевинској индустрији Србије.

2.8. Тренд развоја сектора нискоградње

Повољан саобраћајни и природно-географски положај Републике Србије је значајна компаративна предност и солидна основа за обављање транзитног саобраћаја, као и за развој свих видова транспорта. Инфраструктура која је слабо развијена, превозни капацитети који су застарели, неодговарајућа организација саобраћаја и његова безбедност, заштита животне средине и сл., представљају значајну препреку за привредни раст, повећање продуктивности и унапређење конкурентности. Потребно је да се успостави саобраћајни систем који ће имати нову организацију, бољу инфраструктуру и превозна средства, како би могао бити конкурентан у односу на саобраћај европских земаља. Завршетком изградње Коридора 10 и планираног завршетка Коридора 11 према Црној Гори, Србија је на добром путу да побољша своју саобраћајну инфраструктуру и повећа свој развојни, економски и стратешки значај. На следећем графикону 2.16. је приказан тренд изградње саобраћајне инфраструктуре у Републици Србији.

Изградњом аутопута који повезује Вршац–Панчево–Београд–Чачак–Пожега са аутопутем кроз Црну Гору до Бара, интензивирали би се транзитни токови и привукла роба на релацији Бари–Бар–Београд–Букурешт и од Београда ка Будимпешти и Бечу. Мрежа

аутопутева Србије треба да се употпуни изградњом путног правца исток-запад: аутопутем Појате-Прелјина, који ће повезати два значајна транзитна правца Коридор 10 и Коридор 11; Пожега–Ужице–Котроман (граница са БиХ); Параћин–Зајечар – Бугарска граница који повезује источне делове Србије са Коридором 10 (Митровић, 2010).

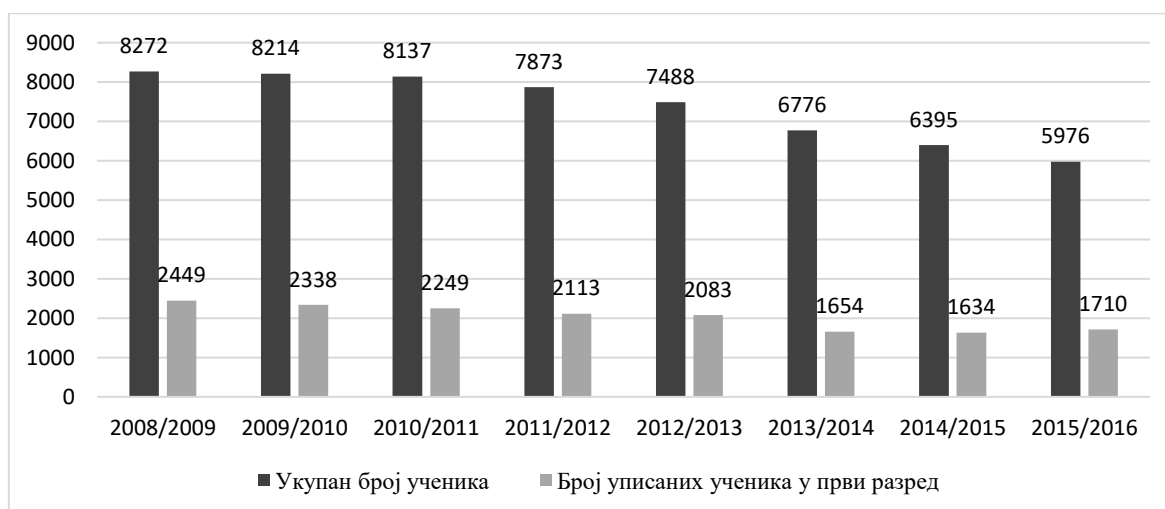


Графикон 2.16. Тренд изградње саобраћајне инфраструктуре у Републици Србији

Ради комплетирања националне путне мреже потребно је изградити путне правце Нови Сад – Рума - Шабац – Лозница, Мађарска граница – Кикинда – Зрењанин – Панчево – Ковин, аутопут Крагујевац – Баточина који је веза са Коридором 10 и полу-аутопут Пожаревац – Кучево – Мајданпек – Неготин. Динамика реализације наведених пројеката зависиће од обезбеђених финансијских средстава. Потребна средства су процењена на око 7,5 милијарди евра. (Митровић, 2010).

Поред финансијског утицаја и других вишеструких ефеката које изградња има, треба узети у обзир и друге не финансијске факторе који такође доприносе друштву у целини. Учешће грађевинске индустрије у БДП-у Републике Србије износи 5,7 % (Квартални Монитор бр.44, јан-март 2016).

Грађевински сектор је мање интересантан, јер млади људи једноставно не виде будућност у овој активности, која је постала потпуно обезвређена. Ово показује чињеница да српске грађевинске фирме тешко проналазе квалификовану радну снагу, јер је упис у средње занатске школе значајно смањен. Следећи графикон 2.17. приказује тренд уписа у средње грађевинске школе у Србији.



Графикон 2.17. Тренд уписа у средње грађевинске школе у Републици Србији

На домаћем тржишту рада је данас тешко доћи до квалитетних зидара, тесара, армирача, асфалтера, бравара, руковалаца грађевинским машинама, који су завршили средњу школу за одређени занат. Оно што се у пракси дешава је да већина грађевинских радника нема потребну квалификацију за радне задатке на градилишту, и да су у највећем броју случајева научени и обучени за рад на самом градилишту од стране искуснијих радника.

3. ERP СИСТЕМИ И ПОСЛОВНА ИНТЕЛИГЕНЦИЈА

Глобализација пословања и све брже промене на тржиштима постављају важне изазове организацијама. Организације и пословни системи суочавају се са свакодневном неизбежношћу увођења савремених ИКТ у своје пословање, како би побољшали пословне процесе и стекли конкурентску предност (Vučković *et al.*, 2020). Најзначајнији аспект повећања глобалних конкурентских предности сваке развијене земље је у њеној способности да у потпуности искористи све могућности које нуди употреба ИКТ технологија. Очигледно је у данашње време, да су квалитет живота, као и ниво колективног богатства и продуктивности, који карактеришу најразвијеније земље, одређени способношћу њихових друштвених и економских структура да софистицирано искористе модерне ИКТ технологије и истовремено подрже истраживања и иновације (Petrović, 2013).

Значајне промене на свим пољима конкурентности захтевају стратешко реаговање и правовремени одговор. Паметно коришћење свих расположивих ресурса предузећа, постаје неминовност, а ефикасно управљање пословним процесима у оквиру целокупне организације је неизбежно.

Информационо комуникационе технологије, посебно ERP (Enterprise Resource Planning) системи, треба да обезбеде брзу прилагодљивост и ефикасну функционалност предузећа и створе могућности за остваривање стратешких предности. Како би предузећа опстала у жестокој тржишној утакмици, потребно је да прате светске токове, промене у пословању, стандардима, методама, техникама и технологијама (Рејман Петровић, 2009).

Текућа динамика развоја компанија је употребу напредних технологија учинила врло захтевном, али и апсолутно неопходном у данашњем свету. Имајући у виду континуирани процес преласка на модел тржишне економије, којем је Србија била изложена последњих година и, посебно, њена транзиција ка информационом друштву, аспект примене информационо комуникационих технологија у контексту информационог друштва са циљем убрзања економског раста и развоја, један је од најважнијих приоритета за Србију и њен технолошки развој (Petrović, 2013).

Обезбеђена конкурентска предност је услов за опстанак и напредак грађевинских предузећа на тржишту. Промене су сада веома брзе и траже брз одзив, ефикасно прилагођавање новим условима рада и грађења, са увођењем бројних иновација, а посебно нових технолошких решења. Организације које се баве изградњом нису никакав изузетак од ових правила, посебно сада када су велике светске грађевинске корпорације присутне и раде и у Србији, будући да под налетом глобализације падају баријере на готово свим тржиштима.

Последично, разлике између трошкова и прихода и на глобалном и на парцијалном нивоу су све мање, тако да врло често делови процента утичу на конкурентску предност у додели пројекта, од чега директно и зависи опстанак и просперитет грађевинског предузећа. Ако грађевинско предузеће нема прецизне и брзе евиденције и извештаје о свим сферама пословања, неће бити способно за брзо реаговање.

Сада је тешко доћи до посла, а може се десити да се посао добије захваљујући томе да се нуде најбољи услови. Понекад, те најбоље понуде могу бити такве да су испод границе исплативости, и понуђени рокови нереални, а може се такође десити да се посао не добије због нереално високе понуде, иако је грађевинско предузеће способно да понуђени посао профитабилно реализује и под пуно повољнијим условима.

Поједина грађевинска предузећа могу да изађу са калкулацијом испод реалне цене рада, са намером, како би имали прилику да презентују своје могућности и докажу квалитет својих

изведених радова. Може се десити да предузеће постане свесно свих нелогичности у понуди, али то може бити понекад и прекасно.

Мања грађевинска предузећа могу своја пословања пратити на класичан начин, без употребе нових технологија. Такве евиденције нису довољно прецизне и брзе, подложне су грешкама, јер их одрађују људи који су често субјективни, а да би се послови обавили на време, неопходан је већи број запослених у администрацији. То увелико поскупљује рад грађевинских предузећа. Ако се трошковима рада запослених у администрацији дода и споро долажење до информација, онда обично добијамо увећану цену класичног начина праћења пословања.

Постоји више модела коришћења информационих система у грађевинским фирмама. У наставку се анализира успешност имплементације ЕРП (Enterprise Resource Planning) система (Denić *et al.*, 2016a), који би требало да се налази у самом средишту информационог система сваког савременог грађевинског предузећа у Србији.

Највеће достигнуће система за планирање ресурса грађевинског предузећа представљају интегрисани процеси. Интеграционо својство пружа велике користи, а добра интеграција доноси хомогеност у представљању и руковању подацима предузећа.

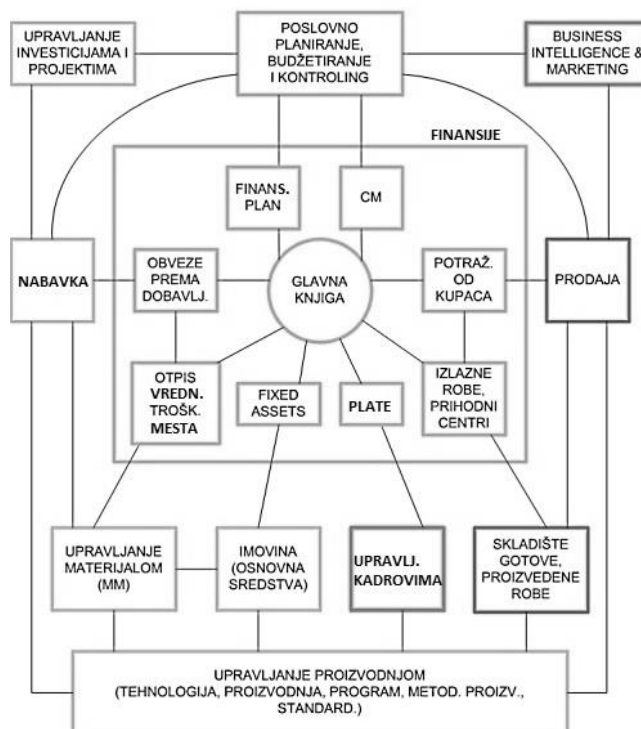
У вези са тим, ЕРП је софтверско решење које се односи на потребе грађевинског предузећа, обухватајући преглед процеса целокупне организације како би се остварили планирани циљеви, тако што чврсто интегрише све функције под заједничку софтверску платформу. Такође, постиже транспарентност информација користећи један извор података у целој организацији, док пружа софтвер који је модуларан, флексибилан, којем се лако додају функције и који обезбеђује ефикасан рад грађевинског предузећа. Заједно са пословном интелигенцијом, пружајући праве информације правим доносиоцима одлука у право време, ЕРП систем обезбеђује грађевинском предузећу широку платформу која подржава извештавање, анализу и доношење одлука у циљу одлучивања заснованог на чињеницама - укључујући извештавање и анализу података.

Имплементацијом ЕРП система могу се добити сви финансијски и материјални подаци, као и подаци о свим процесима (Denić *et al.*, 2016a). ЕРП систем обезбеђује успоставу стандарда, те убрзавања процеса градње и извођења пројеката, смањења залиха и обезбеђује све информације о ресурсима (како машинским, тако и људским). Имплементација ЕРП софтвера се најчешће може прилагодити конкретним потребама грађевинског предузећа, али се велики део процеса ипак не прилагођава, већ се инсистира на њиховој унификацији и примени одређених стандарда, уграђених у такве софтверске системе.

Код последњих ЕРП решења за грађевинска предузећа, уграђена су сва искуства прикупљана кроз увођење и примену у великом броју различитих предузећа (Underwood *et al.*, 2008). Грађевинска предузећа која немају у потпуности имплементиран ЕРП систем, имају неповезане делове софтверских система, или само повезане одређене делове софтверских система. При таквој имплементацији, само се неки подаци налазе у информационом систему, а најчешће је већи део изван информационог система. Део података који се налази изван информационог система, обично се мора, на неки начин, поново пренети у други део, како би се могао користити и у њему. То захтева вишеструки унос података, и тражи пуно времена и мануелних активности, па као такав често је подложен грешкама. При таквом раду, део података и информација није доступан, или када је доступан то се дешава уз одређена кашњења.

Потпуна имплементација ЕРП софтверског решења, захтева да се сви неопходни модули повезују у јединствени систем, а једном унети податак се може користити увек и на сваком неопходном месту. У оваквом интегрисаном систему, информације су поуздане и

добијају се брзо, а њихова количина је пуно већа у односу на класичне или неповезане системе. Основна концепција ЕРП решења приказана је на слици 3.1.



Слика 3.1. Основна концепција ЕРП решења (Извор: <http://www.infodom.me/default.aspx?id=33>)

Саставни део ЕРП софтвера чине: рачуноводство, финансијска оператива, евиденције свих врста пореза, основна средства и ситан инвентар, робно и материјално књиговодство, платни промет, кадровска евиденција, евиденције о купцима и добављачима, набавка и продаја, праћење залиха, праћење и управљање производњом, управљање пројектима. ЕРП системи у грађевинским предузећима имају и наменске модуле који обухватају грађевинску оперативу и управљање механизацијом.

Код имплементације додатних модула неопходно је утврдити да ли већ постоје таква специфична решења развијена у изабраном ЕРП софтверу. При томе треба добро пазити да ли таква решења покривају потребе свих пословних и грађевинских процеса. Понекад је могуће извршити и интеграцију ЕРП система са неким другим софтверским решењем, али то често није добро, јер се базе података не могу у потпуности интегрисати, и при томе део података може да остане ван једног, ван другог или ван оба система

На основу спроведеног истраживања у току 2018. године, о степену коришћења или примене интегрисаних софтвера – ЕРП система и слично, може се видети да преко 52 % анкетираних грађевинских предузећа у Србији не користе ЕРП системе, а да их увек користи само 8,7 % грађевинских предузећа (табела 3.1.).

Табела 3.1. Коришћење ЕРП система

	Не користи се	Понекад се користи	Просечно коришћење	Често се користи	Увек се користи
Интегрисани софтвер (ЕРП систем и сл.)	36	13	14	0	6
%	52.17	18.84	20.29	0.00	8.70

3. 1. ERP системи у нискоградњи

Ако желимо дефинисати нискоградњу, можемо рећи да она подразумева како грађевинске објекте на земљи: мостове, пруге, путеве, тако и објекте испод ње: тунеле, водоводну и канализациону мрежу. Ако посматрамо врсте грађевинских објеката и обима радова, као и доступност терена, послови у нискоградњи могу да трају неколико дана, недеља, па чак и месеци и година. Грађани се са изграђеном инфраструктуром могу служити деценијама, као што су водоводна мрежа, пруге, путеви, тунели, и сл.

Нискоградња је повезана са великим бројем инфраструктурних објеката неопходних за живот и рад, како људи тако и пословних система. Као таква, нискоградња је значајна и за привредни раст, као и за економски развој за целу земљу. Градња инфраструктуре има веома значајну улогу у развоју друштва у целини и то на свим нивоима. Када је изграђена планирана инфраструктура, она може да обезбеди одређене услуге простору којем је намењена, те повратно делује на могући даљи развој, јер подиже цену земљишта, повећавајући могућности за потенцијалне инвеститоре, те подстиче развој целокупног окружења.

Улагање у изградњу инфраструктуре помаже привреду и важан је сегмент повезивања, не само у држави него и пуно шире. Коридор 10 који је завршен 2019. године сигурно ће побољшати привредну и трговинску активност у региону кроз који пролази, а то ће допринети регионалном развоју и значајном повезивању ширег простора Балкана.

Процеси у грађевинској индустрији су високо комплексни, те сектор нискоградње ни мало не заостаје у томе, где је за обављање одређених послова неопходно ангажовање свих врста грађевинских машина, да би се послови брже и квалитетније завршили. Поред редовних послова у грађевинским предузећима, основни фокус је праћење изградње, ефикасно и ефективно одржавање путева, механизације (инвестиционо, редовно и превентивно одржавање, ангажовање механизације), те уговарање послова, техничка припрема и др. Процеси праћења изградње и њено планирање су у фокусу даљих разматрања у овој дисертацији.

У почетку, коришћење ERP система у грађевинским предузећима почиње дефинисањем шифарника везаних уз процес изградње. Добро дефинисан шифарник представља полазиште за праћење свих дешавања у процесима изградње.

Уз употребу ERP система могуће је у сваком тренутку проверити:

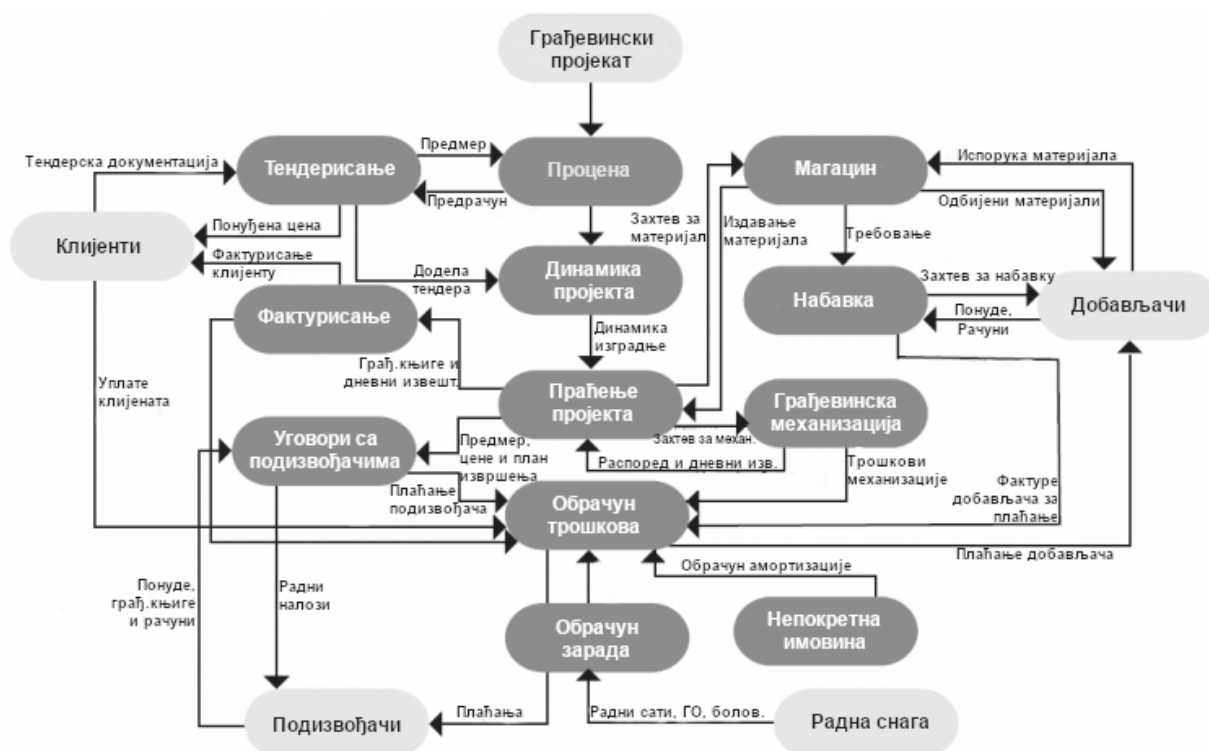
- Колико је грађевинских радова извршено по позицијама за текући месец, текућу годину или претходне године;
- Колики су стварни трошкови везани за конкретну позицију, као и трошкове по интерно дефинисаним ценама;
- За колико изведених грађевинских радова је већ извршено фактурисање и у којим износима;
- Колика је добит у односу на стварне трошкове, како у износу, тако и у процентима.

Овакве анализе се могу спроводити по свакој изведеној позицији, те за одређену групу која се може састојати од већег броја појединачних позиција. ERP систем омогућава да се у било ком тренутку изврши избор најповољнијег норматива за жељену позицију. Реални трошкови се могу пратити и на основу функционалности које су уграђене, уз праћење трошкова набавке материјала. Дobar ERP систем поред свих финансијских података може обезбедити и податке о утрошку материјала, времена рада грађевинских машина или запослених.

Могу се пратити подаци о материјалима добављача и други зависни трошкови, до материјала за израду и до саме производње и производа, као на слици 3.2. Кроз добро

дефинисане позиције и нормативе, преко креирања сваког појединачног пројекта и праћења његовог животног циклуса, могуће га је пратити кроз све фазе.

Са слике 3.2. се може видети да се могу пратити сви ентитети јединственог грађевинског пројекта, а на основу свих аутоматизовано добијених података, формирати буџете (планирања) за произвољне периоде, како по свакој позицији, тако и по групама позиција. Буџет се користи као основни ниво планирања, а такође се може користити и динамички план извршења позиција, те на основу њих и динамички план утрошака материјала, као и утрошака свих ресурса предузећа (механизација и људство). Свакако треба обратити пажњу на расположивост тих ресурса и све то на основу дефинисаних календара.



Слика 3.2. Могућности праћења уз ЕРП систем (Извор: <https://softtech-engr.com/opticon/>)

Када се сви потребни елементи градилишта поставе, коришћењем уграђених функционалности, преко праћења утрошеног материјала на градилишту, може се формирати и преостала оперативна и уговорна документација. Треба на дневном нивоу дефинисати шта треба радити по сваком градилишту и позицији. При томе се прате ресурси који су коришћени, уз константно дефинисање рада или мировања конкретне грађевинске машине или опреме. Оваквим принципом књижења, сви подаци везани за изградњу уносе се само на једном месту, а сва документација се израђује аутоматски на основу већ унетих података. На бази ових података аутоматски се формирају сви обрачунски листови грађевинске књиге, за свако градилиште и по свакој грађевинској позицији.

Коришћење ЕРП система у процесима нискоградње може да обезбеди:

- Праћење средстава механизације;
- Праћење свих финансијских показатеља;
- Праћење ангажовања механизације по градилиштима;
- Праћење одржавања механизације;
- Праћење потрошње ресурса под различитим условима експлоатације;

- Добијање извештаја о планираним или обављеним пословима по градилиштима и слично.

Увођење информационог система и нових технолошких решења веома значајно мења начин рада и пословања. Неопипљива софтверска решења и за њих везане услуге не спадају у нешто што обезбеђује профит. Али је позната чињеница да неулагање у информационо комуникационе технологије и системе дефинитивно утиче на смањење или нестајање профита. Треба имати увек у виду да нико не може дати гаранције да ће улагање у ЕРП системе донети раст профита (Addo-Tenkorang and Helo, 2011).

Главна добит од имплементације информационог система, односно ЕРП система, може се посматрати на основу промене кључних индикатора перформанси пословања, а за то се обично користе следећи параметри (Chan and Chan, 2004; Ali *et al.*, 2013; Mellado *et al.*, 2019):

- Бржа градња;
- Ефикасније праћење инвеститора и добављача;
- Смањење утрошка материјала и шкарта;
- Смањење ангажоване радне снаге;
- Праћење залиха;
- Праћење свих финансијских промена;
- Брзина одговора на захтеве пословних партнера;
- Тачност испоруке инвеститорима;
- Ефикасније управљање;
- Скраћење времена градње;
- Бржи одговор на тржишне промене;
- Квалитетније пословне активности;
- Ефикасније испуњење планова;
- Ефикасније коришћење ресурса.

Постоје и други фактори и параметри мерења кључних индикатора пословања, али је свима заједничко да не постоји јасна математичка формула, већ да се мора сачекати са спровођењем примене оваквог система и да је тек после одређеног времена, на основу емпиријских података, могуће сагледати стварне ефекте и израчунати исплативост инвестиције (Hitt *et al.*, 2002).

На основу горе наведеног, као и других специфичних индикатора конкретне организације, треба на почетку имплементације поставити јасне, мерљиве циљеве и пратити њихово остварење током експлоатације. Да би се остварили постављени циљеви, неопходно је да све заинтересоване стране и сви запослени у грађевинском предузећу прихвате нови систем као неминовност, у циљу побољшања квалитета пословања. Треба ипак имати у виду да ЕРП системи обезбеђују праћење финансијских показатеља пословања веома ефикасно, али не обезбеђују пословну интелигенцију у реалном времену или повезивање машина и ствари.

Ако постоје отпори у прихватању новог система, те његово свесно заобилажење, мале су шансе да ће се сви планирани циљеви и остварити (Bhirud and Revatkar, 2016).

ЕРП се повезује са способностима пословне интелигенције, где се већина података налази у ЕРП систему, а када ЕРП софтверско решење интегрише пословну интелигенцију (за разлику од тога да једноставно има функцију извештавања), менаџери могу да имају користи од дубљих пословних увида. Са прилагодљивих табли за извештавање, извештаји пословне интелигенције скупљају, упоређују, деле и анализирају податке у реалном времену. У суштини, циљ је да се користе подаци ЕРП-а ради акције, што је могуће само ако су релевантни подаци у облику информације у рукама оних, који су у стању да доносе боље пословне одлуке.

Најважнији тренуци у „животу“ једног податка су онај моменат када је податак креиран и онај када се користи. Ако се један или оба ова момента догоде ван информационих система, овај догађај није доступан за размишљање о њему нити је доступан за пословну интелигенцију. Да би се извукла вредност из података и контролисао њихов квалитет, информациони системи треба да контролишу проток података.

3. 2. Значај пословне интелигенције у грађевинском предузећу

Пословна интелигенција нуди широк дијапазон могућности и опција грађевинском предузећу, па је тенденција увођења и примене оваквих информационих система веома велика. То конкретно подразумева увођење софтвера пословне интелигенције, помоћу кога се овај концепт може имплементирати у пракси.

Употребом алата пословне интелигенције, грађевинска предузећа успешније повезују своје раднике са послом који обављају, са инвеститорима, подизвођачима, добављачима и другим интересним партнерима. Битан значај пословне интелигенције је да омогући свим запосленима и комитентима увид у велику количину значајних и сложених података (Turban *et al.*, 2010).

Највише коришћени алати су (Biere, 2003):

- Алати за упит у облику софтверских пакета, који свим корисницима омогућавају постављање упита о одређеним дешавањима или подацима;
- Алати за рударење података, који омогућавају одговарајуће претраживање карактеристичних података или односа између њих;
- Софтвер за мулти-димензионалне анализе – ОЛАП, који омогућава корисницима увид у податке са различитих аспеката и димензија.

Употреба модела пословне интелигенције дозвољава грађевинским предузећима коришћење само оних информација које су битне у одређеном временском периоду. Када се пословна интелигенција користи на прави начин, количина података којима корисници располажу се смањује, док се с друге стране, повећава квалитет добијених података и информација.

Надаље, управљање знањем и пословна интелигенција су нови концепти сталног прикупљања, организовања, чувања и дељења знања у циљу постизања ефикаснијег рада грађевинског предузећа, али и у другим пословним системима (Olszak and Ziemba, 2012). Аутори, Олзак и Зиџба, се баве процесима прикупљања, креирања и препознавања знања, и примене у сврху остварења крајњих циљева, те проналажења најбољих начина одржања и адаптације предузећа у условима сталних промена.

Пословна интелигенција се бави моделима комуникације међу људима, начинима преношења знања и свим елементима ефикасне организације рада и бољег грађења (Negash, 2004), развија менталитет размене и дељења знања и ствара нове канале дистрибуције знања. Сада се све више говори о радницима знања (*knowledge workers*), менаџерима знања (*knowledge managers*), друштву знања, дигиталној економији итд.

Да би грађевинска предузећа конкурентно пословала, мора се обезбедити да сви запослени могу тренутно приступити свим подацима, одговарајућим информацијама и знањима. (Davenport, 2005).

Сада рачунарске мреже, са одговарајућим софтверима, базама и складиштима података, могу лако и релативно јефтино обезбедити добијање и приказ података и информација. Сви се подаци могу креативно анализирати, делити, размењивати, прегледати и упоређивати према

одређеним потребама и захтевима. Уз одговарајуће нове технологије, обезбеђена је размена података, информација, знања и креативних идеја, а које се могу искористити за ефикасно планирање, пројектовање, изградњу и њено праћење.

У грађевинским предузећима потребно је поставити питања:

1. Колико је интелигентно тренутно пословање?
2. Колико запослени знају и разумеју шта све утиче на ефикасно пословање, шта обезбеђује већи профит, и шта ће се дешавати у будућности?
3. Како бити конкурентнији од других?
4. Како искористити стечено искуство и знање у циљу побољшања пословања?
5. Како доћи до тог знања и интелигенције у новом пословању?

Питање интелигентности грађевинских предузећа се своди на брзину и квалитет донетих одлука, надмудривању конкурената и задовољењу природног инстинкта за ефикаснију градњу. Интелигентно грађевинско предузеће све је чешћа претпоставка не само за конкурентност, већ и за учествовање у тржишној утакмици.

Идеја на којој се заснива модел пословне интелигенције утемељена је на следећим принципима (Ranjana, 2009):

- Нема потребе за прикупљањем велике количине података, већ искључиво генерисање што квалитетнијих информација и неопходних знања;
- Она треба, запосленима у грађевинском предузећу, да обезбеди само неопходне податке и информације, и то у правој количини, у правом тренутку, и прослеђене на начин и место које им одговара;
- Исправно коришћење пословне интелигенције ће смањити количину података и информација које запослени добијају, а уз истовремено повећање њиховог квалитета.

Коришћење концепта пословне интелигенције у грађевинским предузећима омогућава да из велике количине доступних података, информација и знања користе оно што им је неопходно за ефикаснији рад и квалитетније одлучивање. ЕРП систем, са својом супериорном интеграцијом, обухвата прикупљање података и образац испоруке на аутоматизован начин, без којег би способност пословне интелигенције да пружи податке за битне и ефикасне пословне одлуке у реалном времену, била доста умањена.

3. 3. Оптимално коришћење информација

Дигитални подаци и информације, те њихова брза размена мењају начин рада свих запослених и свих пословних система (Kamki, 2017). У свим пословним системима дешавају се и добре и лоше ствари у њиховом раду и пословању. Одређени производи или услуге доживе тржишни неуспех. Поједини инвеститори или купци прелазе код других произвођача или добављача. Конкуренција стално излази са новим производом или са новим услугама. Добре, али и лоше ствари у пословним системима се јављају због унутрашњих слабости и дешавања. Понекад се нови производ или другачија услуга, могу појавити са закашњењем на тржишту, или могу да не испуњавају све што се очекивало од њих (Gates, 1999).

Грађевинска предузећа се разликују по брзини коришћења свог интелектуалног капитала у решавању одређених проблема. Важно мерило квалитета нових технолошких решења је када и како запослени долазе до добрих, а посебно лоших вести, и како ће на њих реаговати. Нове технологије и добро имплементиран систем пословне интелигенције, убрзавају реаговање грађевинског предузећа у сваком непредвиђеном случају и обезбеђују његову конкурентност (Davenport, 2005).

У савременим условима рада, у бази података се налазе подаци који се прикупљају и складиште у дигиталном облику. Отпремање података у базе има веома значајну улогу у пословним системима, јер омогућава меморисање велике количине података, њихову обраду и коришћење. Савремена грађевинска предузећа морају омогућити запосленима, инвеститорима и свим својим пословним партнерима, да на одговарајући начин могу приступити потребним подацима и информацијама (Leontiades, 2001). У раду и коришћењу база података грађевинског предузећа, обезбеђује се приступ подацима свим запосленима и неопходним информацијама. Корисници могу ажурирати податке у реалном времену, а база података мора у сваком тренутку обезбедити неопходне и прецизне податке о стању у грађевинском предузећу.

Већи број корисника, са квалитетним информацијама које могу добити у реалном времену, уз употребу одговарајућих софтвера, обезбеђују запосленима ефикаснији рад (Houxing, 2010), а грађевинском предузећу конкурентску предност. Што више запослених научи ефикасно да користити нове технологије и схвати значај података и информација, моћи ће боље да обавља неопходне послове.

Током основних оперативних процеса свог пословања, грађевинска предузећа прикупљају велики број података и информација у различитим аспектима свога рада: о грађевинским радовима, о инвеститорима, о запосленима, о имовини коју користе, о статусу појединих пројеката и слично (Ramanigopal *et al.*, 2012). Ти подаци и те информације су уобичајено правилно сачуване у базама података. Не сме се десити, и не треба се десити да ти значајни подаци ту остану неупотребљени и неискоришћени. Иако се зна да су информације веома вредне (Liataud and Hammond, 2000), често их је немогуће пронаћи. Запослени који заиста требају неки податак или неке информације, понекад не знају како до њих доћи, како их добити, понекад и не знају да они уопште постоје. Због тога се дешава да и једноставна питања понекад остају без одговарајућег одговора.

Количина података добијена у пословним процесима грађевинског предузећа стално се повећава, а њихово ажурирање и меморисање стална је активност свих запослених. Грађевинска предузећа се не смеју наћи у ситуацији да имају велику количину података, али да им недостају информације и знања. Понекад може бити проблем, како грађевинско предузеће може научити користити и управљати тако значајном количинама података, те како из њих доћи до информација и знања, интелигенције и конкурентске предности. Грађевинско предузеће мора да размишља о томе како приказати информације и знање, како их ефикасно размењивати и користити. Другим речима, како грађевинско предузеће може избећи опасну замку - да је богато подацима, а сиромашно информацијама?

Веома брзо ће се грађевинска предузећа битно разликовати по оптималном коришћењу информација. Начин на који их прикупљају, обрађују и користе одредиће да ли ће бити најконкурентнији или мање конкуренти. Конкуренција је присутна не само у ближем, него и даљем окружењу. Она сада може бити и са другог континента. Победници у тржишној утакмици ће бити пословни системи који имплементирају квалитетне информационе системе, способне за процесирање квалитетних података и информација, кроз све службе предузећа (Davenport, 2010).

Грађевинска предузећа сада могу остварити већи профит и бити пуно конкурентнија ако информације, знања и искуства која имају, ефикасно дистрибуирају свим својим запосленима. Ту ипак не престаје њихова велика добит. Предузећа могу остварити пуно већу добит ако информације и знања размењују и са окружењем, као што су инвеститори, добављачи, па и конкуренција (Habul, 2010). Користећи се пословном интелигенцијом, грађевинска предузећа могу ефикасније пратити дешавања и изван свог организационог дела.

Све више грађевинских предузећа почиње да схвата да су подаци, информације и знања највећа вредност новог пословања. Сада све већи број грађевинских предузећа почиње примећивати да пионири имплементације пословне интелигенције претварају велику количину необрађених података у знање. Велике количине ускладиштених података сада се припремају и анализирају да би се могао обезбедити увид у све пословне процесе. Као никада пре, подаци се сада прикупљају, прилагођавају, обрађују, анализирају и користе да би се могли проценити одређени трендови, успешност пословних процеса и њихов утицај на резултате пословања организације (Mohamed *et al.*, 2008).

Грађевинска предузећа која су прихватила нове технологије као своју шансу, свим запосленима нуде неопходне податке, информације и знање путем рачунарских и мобилних мрежа (Lucas *et al.*, 2015). Предводници новог начина пословања, заснованог на новим технолошким решењима су конкурентнији, унапређују своје пословање уз уклањање свих препрека за увид у пословне податке. Увелико се користе предности тих једноставних и моћних аналитичких средстава, која се заснивају на новим технологијама (Denić *et al.*, 2016b), користећи аналитичке поступке који су се појавили у протеклих неколико година. Оно што подразумевамо под имплементацијом пословне интелигенције у грађевинском предузећу је превођење података у корисне информације и знање, те њихову ефикасну дистрибуцију запосленима (Denić *et al.*, 2016b).

Према резултатима истраживања које је спроведено у 2018. години у Србији, може се видети да 49,25 % грађевинских предузећа користи: „Локалну мрежу (LAN - мрежа у канцеларијама, на градилишту...)“, „Регионалну мрежу (WAN - мрежа између канцеларија и градилишта)“, те „Бежичну мрежу (WLAN)“ користи 2,99 % грађевинских предузећа, док „Бежичну мрежу (WLAN)“ користи 4,48 % анкетираних предузећа.

Када уведу пословну интелигенцију, грађевинска предузећа обезбеђују свим запосленима могућност да сами могу доћи до потребних одговора на сва питања, користећи своје претраживање и анализе. Концепт пословне интелигенције може свим запосленима обезбедити самоуслуживање, да сваком податку или информацији у реалном времену могу да приступе (Houxing, 2010).

Грађевинско предузеће које је имплементирало пословну интелигенцију, може да обезбеди одређене уштеде, јер може да прати скривене трошкове, те исправи учињене грешке, и на тај начин оствари знатно већи профит.

3. 4. Потпуна транспарентност

Грађевинска предузећа су обично чувала свој начин рада и пословање као пословну тајну. По сваку цену су се трудили да онемогуће инвеститорима, конкурентима и добављачима да дођу до њихових података и да их анализирају. „Нису дозвољавали праћење радних процеса, како не би открили информације које би се могле искористити за унапређење свог пословања, или да одређени инвеститори своје инвестиције усмере према конкуренцији“ (Lucas *et al.*, 2015).

Нове технологије омогућавају другачије пословање између пословних система. Сада је тренд Б2Б (Business to Business) пословање, пословање при коме су пословни системи повезали своје рачунарске мреже. Сада пословање постаје све транспарентније (Christensen, 2002). Инвеститори и подизвођачи сада су пуно захтевнији, јер располажу са пуно више информација које се односе на извођаче радова и могу са њима пуно ефикасније преговарати. Све више се користи пословна интелигенција, а постигнути договори о сарадњи имају све већу

транспарентност. Грађевинска предузећа свим запосленима, уз употребу пословне интелигенције, обезбеђују све неопходне податке, информације и знања која су им потребна. Исти концепт се почиње примењивати и са инвеститорима, подизвођачима и другим пословним партнерима, омогућавајући им да сами дођу до информација, или им обезбеђују све неопходне информације.

Када руководство грађевинског предузећа размишља о пословној интелигенцији, оно размишља о томе које све пословне процесе поједноставити и како их учинити ефикаснијим, ефективнијим и интелигентнијим (Turban *et al.*, 2010). Раније се мало пажње посвећивало користима које се могу остварити, не само другачијим радом са својим пословним сарадницима, већ и неопходним дељењима података и информација на другачији начин.

Сада пословни системи располажу са великим бројем података и информација, а које се ефикасније размењују и из тих размена остварују значајне користи. Повећањем броја имплементираних концепата пословне интелигенције међу грађевинским предузећима, повећава се количина размењених података и информација. Аутори (Turban and Volonino, 2010) наводе да се информације, које су се некада размењивале „лицем у лице“, сада размењују помоћу рачунара и мобилним телефоном, а при томе се оне дигитално прикупљају, ефикасније размењују и нуде.

Грађевинска предузећа која обезбеђују транспарентност, другачије користе и отварају своја напуњена складишта података, а при томе користе интернет да би новим корисницима, уз употребу одговарајућих претраживача, омогућили приступ и преглед својих података. „Упоредите ли ризике и користи, схватићете да је информације боље размењивати“ (Мокуг, 2010).

Ако грађевинско предузеће отвори складишта података свим запосленима, инвеститорима и пословним партнерима сигурно се може (Camp, 2009):

- остварити конкурентска предност, јер ће се разликовати од конкуренције;
- омогућити пословним партнерима јефтиније пословање;
- побољшати задовољство свих заинтересованих страна;
- обезбедити лојалност, задржати старе и привући нове клијенте;
- омогућити смањење трошкова штампаних извештаја и њихово достављање свим клијентима;
- подстаћи нови начин за додатни приход;
- заузети место иновативног и технолошког лидера усмеренога на будућност.

Имплементирана пословна интелигенција омогућава свим странама да прате ефекте свог пословања, анализирају узроке свих проблема, те ефикасније размењују податке и информације (Skyrius *et al.*, 2013). Пословна интелигенција постаје значајно средство ефикасног управљања и обезбеђивања конкурентске предности (Davenport, 2005).

Грађевинска предузећа сада су суочена са великим бројем питања, а посебно са питањем колико функционалности понудити екстерним корисницима. Треба ли сваком од пословних партнера обезбедити *ad hoc* претраживање и ефикасну анализу?

Неопходна конкурентност сада се може побољшати ефикаснијом сарадњом и бољом комуникацијом између служби, сектора, одељења, са околином, а све то тражи имплементацију и коришћење пословне интелигенције. Пословна интелигенција омогућава ефикаснију анализу свих пословних података, а то обезбеђује пословање засновано на мерљивим циљевима.

Пословна интелигенција може да обезбеди (Turban *et al.*, 2010):

1. боље разумевање информација и самог пословања;
2. бољу комуникацију и сарадњу запослених;

3. да се остваре одговарајући нови приходи;
4. да се открију неки скривени трошкови и неке пропуштене шансе;
5. да се обезбеди реализација постављене стратегије и зацртаних циљева;
6. да се процеси који се обављају учине ефикаснијим;
7. да се обезбеди персонализација и самоуслуживање;
8. да се лакше прате ефекти пословања, те анализирају узроци проблема;
9. да се ефикасније размењују подаци, информације и знања.

Свака нова технологија пролази кроз четири фазе развоја (Zuurmond, 1996):

- Запослени почињу да користе нове технологије и нова технолошка решења да би били ефикаснији;
- Постепено користе нове технологије да би радили нове ствари;
- Те нове ствари мењају не само начин рада него и живота;
- Нови начин рада и живота у потпуности мења и друштво у коме живимо, па и технологију коју користимо.

Већина запослених у грађевинском предузећу ће се питати да ли информационо комуникационе технологије могу да побољшају постојећу организацију и постојећи начин рада, постојеће производне процесе и постојећи начин комуникације и сарадње. Запослени ће највероватније желети аутоматизацију постојећих послова и аутоматизацију обављања сваке трансакције. У закључку, само стратешке трансформације и прелазак на пословну интелигенцију могу остварити стратешке промене.

3. 5. Складишта података

За потребе класичног вођења пословања, грађевинска предузећа у свом раду користе релационе базе података, које се могу искористити за ажурно праћење стварног стања пословања. Да би се могло размишљати о доношењу брзих и ефикасних пословних одлука, или брже и боље радити, неопходно је пратити другачији редослед пословних догађаја, а за то класична база података није најбоље решење.

Зато се сада користи нови облик ажурирања и организовања података у самим рачунарима и новим системима. То је довело до новог начина организовања података у складишта података (Data Warehouse).

Новије генерације рачунарских система садрже две целине: оперативни (трансакцијски) део, и аналитички (складишта података) део. На тај начин се раздваја процес прикупљања података и њихово ажурирање, од генерисања информација (знања) коришћењем технике рударења података.

Складиштење података је веома важан концепт ефективног и ефикасног система за подршку одлучивању (Kashur, 2000). Овај концепт доноси нове идеје и нове могућности активног проналажења информација самоуслуживањем. Омогућава менаџменту ефикасније одлучивање, а свим запосленима служи за ефикаснији рад.

Складиште података је систем који учитава, чисти, прилагођава и доставља изворне податке у вишедимензионално складиште података, а затим даје подршку и уводи могућност постављања упита и анализе у сврху доношења пословних одлука (Kimball and Caserta, 2004).

Складишта података чине (Jukić *et al.*, 2017):

1. екстерни подаци;
2. интерни подаци;

3. оперативни подаци;
4. други фајлови и датотеке интегрисани у јединствен систем.

Складиште података је нови концепт, нови прилаз и нова филозофија у развоју система за подршку раду и одлучивању, које је фокусирано на ефективну и ефикасну подршку онима који одлучују, управљају и раде у грађевинском предузећу (Ahmad and Nunoo, 1999). Грађевинским предузећима која их користе, пружају значајну стратегијску предност у анализи преобликовања пословних процеса, праћења трендова, модела пословања, и сл.

Подаци који се налазе у складиштима података имају следеће особине (Jukić *et al.*, 2017):

- одвојени су од оперативних база података пословног система;
- доступни су различитим корисницима;
- интегрисани су на бази стандардног модела организације података;
- временски су означени и повезани;
- оријентисани су ка објектима;
- лако су доступни корисницима који имају ограничена знања о рачунарским системима и структурама података.

Израда складишта података обезбеђује стални процес ефикасног планирања, прикупљање података из пуно више различитих извора, те његово ефикасније ажурирање, прегледање, коришћење, одржавање, обраду и размену. Подаци у складишту могу се сада прикупљати од дрoнова по моделу M2M (Machine to Machine) и Д2Д (Device to Device), те на класичан начин рада и пословања.

3. 6. Употреба ЕТЛ техника

Коришћење ЕТЛ процеса (екстракције, трансформације и пуњење података) (Kimball and Caserta, 2004) је техника која се користи за ажурирање података, њихову припрему, трансформацију и уношење (копирање), складиштење (пуњење базе), те обраду података у области пословне интелигенције. Улога овог процеса је издвајање података из система. Исти кораци су неопходни и код прикупљања података добијених у реалном времену од: дрoнова, M2M и Д2Д система, интернета ствари, а више о њима биће речи у наредним поглављима овог рада.

Неопходно је обезбедити повезивање свих интерних, екстерних, историјских и података насталих у реалном времену, те свих података и информација из дигиталних докумената у јединствено складиште података. Такво складиште података требало би бити доступно свим запосленима, а у каснијим фазама и свим заинтересованим из окружења (Kimball and Caserta, 2004), па можемо говорити о скупу отворених података.

3. 7. Рударење података

Развојем нових технологија значајно су увећане техничке могућности стварања, сакупљања и преноса података, затим њиховог поузданог складиштења, као и способности брзог приступа потребним подацима, са циљем добијања значајних информација, па и знања.

Складиштење података, текста, слика, табела, пројеката, стратегија, одлука, решења и других дигиталних садржаја, као и стално отпремање података у базе, доводи до великог раста

информационог система. Повећањем количине података у базама, долази до сложеног анализирања велике количине таквих података, а у циљу долажења до неопходних информација и знања. Прави подаци, праве информације и право знање постали су основа бољег рада и квалитетнијег одлучивања у грађевинском предузећу, а то му може обезбедити пословна интелигенција у реалном времену.

Посматраћемо концепт рударења података (Lee *et al.*, 2008.) који се примењује на подручју претраживања података, складиштења података, и откривања знања у базама података, са посебним освртом на пословни аспект.

Рударење података (*Data Mining*) је завршна фаза у процесу складиштења података. Због сложеног процеса издвајања података, у различитим грађевинским предузећима долази до тенденције увођења нових подручја повезаних са изворима података, па онда говоримо о рударењу текста (*Text Mining*), Web-а (*Web Mining*) и података организованих у временске серије (Aggarwal, 2015).

Рударење података је могуће посматрати као процес препознавања скривених трендова, законитости, модела и релација међу подацима. Развијени алати за рударење података могу дати важне одговоре на питања о пословању, за чије је решавање класичним приступом потребно много више времена. Они претражују складишта података тражећи скривене моделе, а могу да пронађу предвидиве информације изван очекивања запослених. Уз примену алата за рударење, много је вероватније откриће непознатих матрица понашања, а могуће је и тачније и брже предвиђати будуће трендове и понашања (Yan *et al.*, 2020), а то ће омогућити грађевинском предузећу доношење проактивних одлука заснованих на знању. Основе за методе које се користе у склопу концепта рударења података откривене су седамдесетих година прошлог века. Сада је то скуп метода и поступака (Han *et al.*, 2012) којима је откривање законитости, у великој количини података (складишту података), заједнички циљ.

Процес рударења података можемо спроводити, јер нам на располагању стоје (Aggarwal, 2015):

- моћне рачунарске технологије;
- технологије за масовно прикупљање података;
- технике за рударење података.

Нови корак процеса развоја, од пословних података па до пословних информација и потребних знања, ослања се на рударење складишта података.

4. ОДЛУЧИВАЊЕ - ДОНОШЕЊЕ ОДЛУКА У ГРАЂЕВИНСКОМ ПРЕДУЗЕЊУ

Доношење одлука у току извођења грађевинских пројеката обухвата управљање већим бројем повезаних компоненти, као што су план градилишта, продуктивност рада, неочекивани догађаји, расподела ресурса, репрограмирање активности и слично. Неизвесност повезана са сваком од ових компоненти, као и променљиве везе које постоје између њих, у погледу времена и простора, чине саму срж сложености управљања грађевинским процесима. Познавање сваке од ових сложених компоненти је од суштинске важности за ефективно реаговање на непредвиђене ситуације и испитивање колико су алтернативне стратегије у доношењу одлука корисне. Ипак, веома је тешко предвидети последице овако сложеног понашања, јер се често јављају у оквиру динамичног контекста.

Добро руководство, компетентно и оспособљено за доношење правих одлука, је од суштинског значаја, уколико грађевинско предузеће жели да постигне врхунске резултате и побољшање продуктивности. Менаџмент у области грађевинске индустрије је по природи мултидисциплинарна област, где успешно спровођење пројеката захтева залагање свих страна, укључујући пројектанте, извођаче радова, инвеститоре и надзорне органе. Сви они морају иницирати захтеве, међусобно сарађивати, разматрати свакодневне проблеме и доносити одлуке за решавање тих проблема. Професионалци у грађевинској области и грађевинске организације имају корист од упошљавања појединаца, који поседују развијене интерперсоналне вештине, које олакшавају процес сарадње са мноштвом различитих интересената на разним нивоима хијерархије предузећа. Употреба, па чак и злоупотреба ових вештина током извођења пројеката, може позитивно, али и негативно утицати на коначан исход.

Израз „менаџер градње“ који је одговоран за управљање пројектом, односи се на вође пројекта, али се користи у најширем могућем смислу, без уопштено прихваћене дефиниције, због јединствености сваког пројекта и система за реализацију истог. У (Eastman *et al.*, 2011) аутори истичу да се руководеће и надзорне позиције у грађевинској индустрији класификују хијерархијски у посебне пословне категорије:

- 1) извршни директор пројекта;
- 2) менаџер пројекта;
- 3) главни инжењер;
- 4) инжењер припреме;
- 5) инжењер на терену.

Оно што се често занемарује у грађевинској индустрији је да савремени процеси управљања изградњом обухватају сложена финансијска питања и захтевне интерперсоналне вештине, што значи да су менаџери ангажовани у погледу активности као што су: анализа цене, контрола цене, преговори о грађевинским радовима и уговарању истих, планирање извођења радова итд. За разлику од других менаџерских положаја, менаџери у грађевинским предузећима се морају бавити мноштвом различитих задатака и процесима за сваки грађевински пројекат. Менаџери у грађевини не само да надгледају подређене у оквиру своје организационе хијерархије и доносе одлуке о њиховој ангажованости, већ морају пружити и сврху, правац и мотивацију подизвођачима који раде за њих, и који не морају нужно да имају исту или сличну структуру своје организације и радних процеса.

Свака дисциплина од својих менаџера захтева извршење сличних дужности, иако права природа тих дужности зависи од пословања грађевинског предузећа. На пример, пројектант или инжењер обично руководи процесима повезаним са пројектовањем и изградњом специјализованих објеката или структура. У грађевинској индустрији, иако неке од

одговорности могу бити дуплиране, с обзиром на категорију посла, свака од менаџерских позиција се бави различитим учесницима у погледу подршке грађевинског пројекта и циљева грађевинске организације. Стога, грађевински инжењери – менаџери, морају поседовати специјализоване интерперсоналне и лидерске вештине, посебно када су у питању одлуке и њихово доношење на различитим менаџерским позицијама. Решење проблема и доношење одговарајућих одлука је интраперсонални процес. Најдиректнији утицај на процесе руковођења имају интерперсонални аспекти доношења одлуке. Понашање током процеса одлучивања је директно повезано са постигнућима појединца на сваком грађевинском пројекту, као и постигнућима током његове каријере у обављању задатих послова.

Аутори (Callahan and Brooks, 2004) сматрају да квалитет у доношењу одлука у оквиру активности и успеха предузећа, у значајној мери зависи од свих оних који доносе одлуке, какве способности и вештине поседују, какав им је стил управљања и какве су им технике и методе које користе у доношењу одлука. Зато, није битна само примена одговарајућих техника и метода у доношењу одлука, већ је једнако битно и какве су професионалне способности, образовање и искуство које менаџери имају.

Сви појединци, укључени у реализацију грађевинског пројекта, се излажу ситуацијама када одлука мора бити донета. Њихов процес доношења одлука укључује много аспеката и на њега утиче неколико веза и фактора. У овом поглављу рада, биће представљена истраживања о процесу доношења одлука, како би дала шире и боље разумевање процеса процене и одлучивања, као и описа неких начина који утичу на доносиоце одлука током ових поступака.

4. 1. Одлучивање

Одлуке су уобичајен део свакодневног људског живота и оне снажно утичу и на живот појединаца, или чак и на животе многих других, у зависности од позиције онога ко одлучује. Разумевање процеса одлучивања, може нам помоћи да избегнемо лоше одлуке и да стимулишемо оне добре. Ипак, постоји много фактора који утичу на одлуке, а ми не знамо сваки од њих, или начине на који су повезани. Истовремено, процесима одлучивања се, због њихове сложености, приступа са различитих гледишта, чак и унутар одређене науке.

У организацијама се сваког дана доносе одлуке, како оне мале, свакодневне одлуке, тако и оне у вези са стратегијом организације. Према (Vesset, 2011) постоји неколико важних фактора који на различите начине битно утичу на доношење одлука, а одлука се може посматрати као коначан исход процеса, односно избор између различитих опција. Процес доношења одлука се може посматрати као јединство следећих фаза: фаза „пре-одлуке“, фаза „одлуке“ и фаза „после-одлуке“.

Фазе у процесу одлучивања су прикупљање информација, анализирање опција и одабир праве опције. У фази прикупљања информација тражи се извор информације, прикупљају се информације неопходне за одлуку, и на крају се процењује њихова вредност. У фази анализирања опција, дефинишу се могући смерови активности, који се затим испитују и евалуирају у складу са циљевима организације. Коначно, доносилац одлуке бира опцију која је задовољавајућа по његовом мишљењу, а можда и најповољнија за организацију. Може се десити да не задовољава ни једна од могућих опција, али исто тако неколико конкурентних варијанти може дати веома добре резултате.

У свим фазама процеса доношења одлука потребно је решавати различите врсте проблема, за шта се користи цели спектар разноврсних метода.

Може се рећи да постоје два основна приступа у процесу доношења одлука, приступ оријентисан ка циљу и приступ оријентисан ка поступку (Chaffey and Woods, 2004). Приступ који је оријентисан ка циљу подразумева могућност предвиђања исхода, а као пример за то може користи нормативна анализа одлуке која може да помогне у предвиђању исхода. Приступ који је оријентисан ка поступку је онај у којем је процес у центру пажње, а знање о специфичном процесу помаже при доношењу одлуке, и овај приступ има описне, законодавне и нормативне функције. Стабло одлучивања се може користити приликом доношења одлука, али га не би требало користити када је у питању рад са комплексним одлукама. Такође, оно што јако утиче на доношење одлуке је окружење у којем се одлуке доносе.

У процесу доношења одлука постоји неколико фаза (Turban *et al.*, 2011):

Фаза прикупљања информација - место где доносилац одлуке испитује реалност, у циљу идентификовања и дефинисања проблема. Доносилац одлуке трага за условима који захтевају одређену одлуку.

Фаза пројектовања - односи се на покушаје проналажења, развијања и анализе свих могућих праваца деловања за остатак процеса. Ова фаза подразумева креативност, што значи да су доносиоци одлука у потрази за алтернативним решењима, које потом детаљније анализирају.

Фаза избора – доноси се стварна одлука и прати се одређени правац деловања. Доносилац одлуке пореди најбоља решења која су доступна, а онда бира најбоље.

Фаза спровођења - у овој завршној фази примењује се донето решење.

Треба увек имати у виду да се након реализације одлуке, процес не зауставља. Континуирано праћење процеса је од кључног значаја у свим грађевинским предузећима, како би се постигли најбољи резултати и обезбедила конкурентност на тржишту.

Аутори (Davenport *et al.*, 2010) су се у студији о процесима доношења одлука у компанијама, коришћењем информација, фокусирали на конкретне иницијативе које је предузеће предузело у циљу унапређења процеса доношења одлука, и који су то кораци предузети како би доносиоци одлука имали што боље и поузданије податке. Резултати су показали да се још увек јако мало пажње посвећује побољшању процеса доношења одлука у већини компанија, јер их је само мали број направио корак у правом смеру, увођењем „Групе за доношење одлука“ (Edvinsson, 2003). Ове групе су уведене како би се фокусирали на побољшање процеса одлучивања.

Доносилац одлуке мора избегавати неодлучност и половичне одлуке, засноване на полуистинама и непровереним или нетачним подацима и информацијама. Он себи мора поставити неколико практичних питања и потражити одговоре на њих. Та питања су:

- Да ли задовољавам истинску потребу одлуком?
- Да ли сагледавам све опције које ми стоје на располагању?
- Да ли детаљно размишљам о свим опцијама?

У раду (Rasmussen *et al.*, 2002) аутори истичу да већина доносилаца одлука покушава да добије оно што жели. То се дешава зато што им нису познате њихове стварне потребе у вези са проблемом који решавају. Тако крећу у погрешном правцу. Ако кажу „желим“, у питању је жеља, а ако кажу „потребно ми је“, у питању је неопходност. Када инсистирају на ономе што желе, често не добију оно што им треба.

Када доносилац одлуке инсистира на стварној потреби, одлучнији је и доноси бољу одлуку за знатно краће време. Желимо много, а потребно нам је мало. Већина људи открије разлику између онога што им треба и онога што желе, тек када коначно добију оно што желе, па виде да то не функционише онако добро како су се надали. Превише људи у бизнису се

понаша на такав начин. Раде оно што желе, а не оно што је потребно и тако наносе штету и предузећу и себи.

За решење готово сваког проблема, постоји неколико опција, али доносиоци одлука не морају да их буду свесни. Ако се деси да доносиоц одлуке каже: „Нема другог избора“, може се видети да он не уме да сагледа све опције које има (Olszak and Ziemba, 2007). Када није свестан опција које постоје, мора почети са постављањем питања и прикупљањем потребних података и информација. Потребна информација је оно што му стварно треба да би могао да донесе бољу одлуку. Све остало су споредне информације. Када сакупља податке и информације, не сме покушавати да избегне оно што не жели да чује, јер неће постати свестан свих опција које стварно има. Ако жели више да сазна, мора и више да учува. Треба разговарати са људима у грађевинском предузећу који могу помоћи и који могу упутити на нешто ново и нешто добро, треба слушати и то веома пажљиво. Сам доносилац одлуке треба да оцени валидност сваке добијене информације.

Тешко је сазнати све опције, ако се само седи и чека да се оне појаве.

Са пуно прикупљених података и информација, доносиоци одлука постају мање наивни, а пуно боље обавештени. Требају имати у виду да су информације нешто пуно више од прикупљених чињеница. Постоје две врсте информација: информација коју је добро имати и њоме располагати и информација коју је потребно имати и ефикасно користити. Код одлучивања треба имати информацију која је неопходна за ефикасно одлучивање. Дносиоцу одлуке је неопходна само она информација без које не може да донесе праву одлуку. Од постојећих опција које му стоје на располагању, потребно је изабрати опцију која би му највише помогла да задовољи стварну потребу.

Да би доносиоци одлука у грађевинском предузећу дошли до неопходних података и информација морају користити квалитетне информационе системе засноване на пословној интелигенцији.

4. 2. Нове технологије омогућавају промене

(Hammer and Champy, 1993) уводе појам реинжењеринга пословних процеса. Од тада су грађевинска предузећа пуно више пажње почела посвећивати својим пословним процесима и инвеститорима, уз напоре да уклоне организациону сложеност и унутрашњу неефикасност (Kulra and Johnson, 2003) применом добро проучених и повезаних решења са током дигиталних информација.

У 2018. години, аутор овог рада спроводи истраживање о примени информационих технологија у грађевинским предузећима Србије на циљаном узорку од 69 грађевинских предузећа. Једно од питања је гласило: „По Вашем мишљењу, која од следећих изјава најбоље описује разлоге који спречавају или ометају увођење ИТ алата у Вашем предузећу? [Општи став менаџера да је постојећи начин рада довољно добар и да промене нису потребне]“.

Анкетирани су могли да бирају један од понуђених одговора: Не утиче, Веома слабо, Слабо, Средње, Јако, Веома јако. Одговори анкетираних представљени су у табели 4.1.

Из табеле се може видети да се распон разлога који ометају увођење ИТ алата и става менаџера да је постојећи начин добар и да промене нису потребне креће од 7,25 % (промене нису потребне) до 20,29 % (промене су нужне).

У (Laudon and Laudon, 2012) аутор истиче да лош процес троши десет пута више времена него што је потребно, док се реинжењерингом тридесетодневни процес скраћује на три

дана, или са десет сати на само један сат. Дobar процес уклања улудо потрошено време, а нове технологије убрзавају преостали стварни посао.

Табела 4.1. Став менаџера – постојећи начин рада је добар и промене нису потребне

	Не утиче	Веома слабо	Слабо	Средње	Јако	Веома јако
Општи став менаџера да је постојећи начин рада довољно добар и да промене нису потребне	5	5	5	31	9	14
%	7.25	7.25	7.25	44.93	13.04	20.29

Руковање информацијама је срж савременог пословања. Менаџери се морају бавити информационим технологијама, као и сваком другом важном пословном функцијом. Превише их је, међутим, доста удаљено од информационих технологија, сматрајући их превише сложеним и тешким за руковање. Претварање нових технологија у важан фактор пословне стратегије је за велики број менаџера још увек нерешив проблем (Nowak *et al.*, 2011).

Технолошке промене остварене у неколико последњих година, дају менаџерима могућност преусмеравања технологија грађевинског предузећа. То преусмеравање од њих захтева три ствари (Nowak *et al.*, 2011):

- Менаџер мора информационе технологије сматрати стратешким ресурсом којим грађевинско предузеће од својих запослених извлачи више;
- Менаџер о новој технологији мора знати довољно да руководиоцу ИТ одељења може поставити добра и тешка питања, а затим да процени добија ли квалитетне одговоре;
- Менаџер треба да уведе руководиоца ИТ одељења у дискусије у вези свих нових планова и пројеката. Немогуће је ускладити ИТ стратегију са пословном стратегијом ако руководиоца ИТ одељења не учествује у процесу одлучивања.

У 2018. години, аутор овог рада спроводи, као што је истакнуто, истраживање које садржи и следеће питање: „По Вашем мишљењу, која од следећих изјава најбоље описује разлоге који спречавају или ометају увођење ИТ алата у Вашем предузећу? [Менаџмент нема времена да се посвети увођењу ИТ-а због превеликог оптерећења свакодневним пословима]“. Анкетирани су могли да бирају један од понуђених одговора: Не утиче, Веома слабо, Слабо, Средње, Јако, Веома јако. Одговори анкетираних представљени су у табели 4.2.

Табела 4.2. Разлози који ометају увођење ИТ алата

	Не утиче	Веома слабо	Слабо	Средње	Јако	Веома јако
Менаџмент нема времена да се посвети увођењу ИТ-а због превеликог оптерећења свакодневним пословима	6	7	9	15	14	18
%	8.70	10.14	13.04	21.74	20.29	26.09

Може се видети да се распон разлога који ометају увођење ИТ алата креће од 8,7 % (не утиче) до 26,09 (веома јако утичу).

Анкетирани сматрају да су менаџери заузети другим обавезама и да имају мало времена које посвећују увођењу нових ИТ алата. То није добро, јер морају пуно више пажње посветити увођењу ИТ алата који омогућују ефикасније и јефтиније пословање, доношење одлука на бази података, информација и знања, а самим тим ће донети и конкурентску предност. У раду (Heiskanen, 2017), аутор наглашава да су грађевинска предузећа која су прихватила нове технологије и имплементирале их у своје процесе (интернет ствари, рачунарство у облаку и слично) побољшала производњу, смањила производне трошкове, брже изводила радове и сл. Они су научили важну лекцију: сврха информационе технологије је повећање добити.

Уместо тежње за смањивањем трошкова ИТ одељења, они се морају процењивати мерилима ефикасности нуђења квалитетних информација.

4. 3. Носиоци активности у грађевинском предузећу

Основни носиоци организационих активности у сваком грађевинском предузећу су руководиоци (директори, менаџери, управници), који доносе одлуке и организују активности, са главним циљем да се одлуке које донесу и реализују. Да би успешно реализовали одлуке, менаџери треба да дизајнирају модел организације који ће да подржи њихову концепцију, те да управљају понашањем запослених, да би они деловали у складу са циљевима предузећа. Успешни менаџери се у својим активностима ослањају на теорије организације и менаџмента (Certo and Certo, 2009).

Менаџмент подразумева одговарајући скуп метода за доношење пословних одлука које се односе на области планирања, организовања, управљања, усклађивања и контроле (Hamel, 2007), са основним циљем да грађевинско предузеће оствари најбоље резултате уз потребна улагања, и тиме оствари циљеве и мисију због којих је формирано. Наведени скуп метода може се проширити и на области управљања информацијама и знањима, запошљавањем, управљање кадровима, ефикасном применом нових технологија и слично.

(Sabot, 2013) наводи да менаџмент укључује успешност располагања и управљања ограниченим ресурсима, тј. компетентност обављања повереног посла са расположивим средствима. Циљ је остварити што бољи резултат пословања, са што мање улагања у потребне ресурсе, што је могуће урадити ефективним и ефикасним активностима. Свако грађевинско предузеће представља један организациони систем. Организациони системи су веома сложени, а дигитално друштво пред њих поставља све сложеније захтеве. Менаџери добијају све сложеније задатке, које ће испунити само они који поседују одговарајуће вештине и потребна знања. Од њихове способности зависи успешност рада грађевинског предузећа, са циљем да ограничене ресурсе рационално користе и да постављене циљеве остваре са што већим степеном ефикасног и ефективног управљања.

Менаџмент је као и друге научне дисциплине доживљавао различите промене, од традиционалног и класичног менаџмента до модерног и постмодерног. Тако се развијало и управљање грађевинским предузећем као затвореним системом, у којем су ефикасност рада и контрола процеса основна начела, па до система без папира са рачунарски интегрисаном производњом. Најзначајније промене јављају се под утицајем информатичких технологија и умрежавања.

Аутор (Hamel, 2007) саветује менаџере да се одрекну постојећег менаџерског начина размишљања и да прихвате и негују праксу иновативности. Сматра да је већина менаџерских правила и принципа, заснована на неодговарајућој менаџерској пракси, те да су менаџерске иновације основни извор ефикаснијег пословања и конкурентских предности (Hamel, 2007).

У савременим условима пословања, грађевинска предузећа морају пронаћи најбољи пут који значи усклађивање нивоа рентабилности, задовољење потреба инвеститора, јачања конкурентске позиције, ефикасно коришћење ресурса, те кључне елементе напретка и одговорности (Murray, 2010). Добра база знања им у томе сигурно може помоћи.

4. 4. Неке од функција менаџера у грађевинском предузећу

Промене које се дешавају у грађевинским предузећима, а посебно у процесу организовања, биће оријентисане на нова технолошка решења којима би се креирала нека нова и другачија начела, а чији се почети могу наћи и у праксама неких грађевинских предузећа. Потребно је познавати и променити дугогодишње менаџерске начине рада који су били доминанти у претходном периоду и праксу засновану на новим технолошким решењима савремених грађевинских предузећа данашњице. У овом раду се предлаже примена решења заснованих на новим технолошким приступима и базама знања (Denić *et al.*, 2016a, Denić *et al.*, 2016c).

Менаџери будућности свој рад ће заснивати на новим моделима, у чијој основи ће бити следеће компоненте (Buble, 2011):

- заједничка визија и мисија;
- незнатна хијерархија одлучивања и одговарајући распон контроле;
- мали самоуправни тимови са измењивим вођством;
- слобода мишљења;
- велики број економичних експериментисања;
- густа мрежа комуницирања;
- награђивање најуспешнијих који имају одличне идеје;
- тимски рад;
- ефикасно коришћење нових технолошких решења.

Значај менаџмента у будућности сигурно ће бити повећан, при чему ће све мање и мање обављати своје класичне функције.

4. 4. 1. Организовање као основна функција менаџера

Док организују радне процесе, менаџери обављају велики број различитих активности, а које су у функцији ефикаснијег планирања. Све те функције чине одређени скуп активности на одговарајућој припреми рада. Када се утврде циљеви рада грађевинског предузећа и донесу сви планови пословања, менаџмент приступа креирању организационих претпоставки, да би се оне ефикасно остваривале. Те организационе претпоставке састављене су од великог броја организационих активности, а које почивају на принципу добре поделе рада са координацијом активности између извршилаца одређених парцијалних задатака. Управљање поделом рада значи да се одређени послови распоређују на појединце или на групе извршилаца. Дефинишу се елементарни радни поступци и појединачни послови, који треба да буду повезани са одговарајућим задацима додељеним индивидуалним извршиоцима, са конкретним задужењима.

Расподелом рада појединим запосленима, омогућава се да одређени радник може лакше да савлада део неког посла у односу на његову целину, пошто појединци често нису довољно

стручни да обављају све операције које чине неки сложени посао. На тај начин се омогућава специјализација радника за одређене врсте послова.

Организовање, као једна од активности менаџмента, односи се на креирање организационе структуре и потребног облика организовања, да би се све активности одговарајућег повезивања делова у једну целину посматраног грађевинског предузећа ефикасно спровеле (Peters, 1992).

Да ли ће грађевинско предузеће бити организовано као централизован или децентрализован систем, зависиће од одређеног посла који треба урадити. Садашње време је карактеристично по великом броју честих и непредвидивих промена, па се намеће потреба да грађевинско предузеће буде спремно на одређене промене, да реагује веома брзо и једноставно се прилагоди новоствореним условима рада. На промене би требало брже да реагују, и ефикасније им се прилагођавају, децентрализована грађевинска предузећа, чији се организациони делови могу адекватно и брзо прилагодити новом начину рада и условима пословања.

Централизована грађевинска предузећа могу ефикасно радити у стабилном и лако предвидивом окружењу. Таква предузећа имају сложenu структуру и више одвојених нивоа менаџмента, а то их чини споро прилагодљивим и статичним. Без обзира на то, њихова главна предност је што је грађевинско предузеће компактније, снажније и јединственије, пуно је јача контролна функција менаџмента, омогућено је да одређена овлашћења буду концентрисана у рукама мањег броја адекватно образованих и енергичних људи, што пружа нове могућности остваривања стратегијских и других значајних планова.

Код децентрализованих грађевинских предузећа, везе између појединих делова су лабавије, број хијерархијских нивоа је пуно мањи, а то обезбеђује директну и лакшу комуникацију између свих нивоа. Децентрализација обезбеђује брзо и планско делегирање ауторитета и овлашћења, што се у већем броју грађевинских предузећа често налази само на папиру. Организационе јединице су пуно ближе тржишту и омогућено им је лакше управљање, лакше и брже реагују на промене, посебно у најближем окружењу. Децентрализовано одлучивање омогућава свим талентованим менаџерима да се докажу и да све своје креативне способности ефикасније презентују.

4. 4. 2. Додатне функције менаџмента

Потребно је истаћи и следеће функције менаџмента, посебно, у сваком организованом грађевинском предузећу:

Планирање, као једна од значајних функција менаџмента, мора да укључи избор циљева и одговарајућих акција за њихово ефикасно остваривање. Иако се планирањем у грађевинском предузећу стручно бави одговарајућа служба, „Планирање је неопходна и неизбежна одговорност свих менаџера“ (Dalkir, 2013). Успешност сваког менаџера заснива се на способности и вештини да види даље, да боље разуме сложено окружење и да брзо пронађе будуће одговоре за ефикасно пословање у новим и стално променљивим условима рада и пословања.

Планирање је прва функција менаџмента, а сам процес планирања се може посматрати кроз следеће фазе:

1. дефинисање јасних циљева (на свим нивоима грађевинског предузећа) ;
2. процена одређене позиције грађевинског предузећа у његовом окружењу;
3. предвиђање будућих догађаја;

4. израде неопходних планова;
5. имплементација свих планова, те обезбеђивање доброг резултата пословања.

Руковођење, као једна од функција менаџера, је ефикасно управљање свим људским ресурсима у грађевинском предузећу, а односи се на избор, попуњавање и одржавање свих радних места, стално образовање, усавршавање и неопходни тренинг запослених. Ако посматрамо управљање људима у пуно ширем смислу, онда оно обухвата истраживање ресурса, кадровско праћење и попуњавање, развој и дообразовање запослених, све односе са запосленима као и са синдикатима.

Контрола је процес утврђивања подударности рада грађевинског предузећа са планираним активностима и процес предузимања корективних мера, ако то није случај. Она представља један од видова надзора над свим пословним активностима неког грађевинског предузећа, његове целине или неког његовог дела. Процес контролисања подразумева упоређивање остварених резултата са одређеним стандардима и задацима које је грађевинско предузеће поставило као један од својих циљева, у облику одређеног плана или неког другог развојног документа. Да би свака контрола била ефикасна, мора се спровести на време, тј. бити благовремена.

Контролисање је процес мерења или исправљања одређених појединачних и групних послова и активности, да би се послови и одређени процеси одвијали по унапред утврђеном плану. Контролисањем се пореди остварени резултат са планираним резултатом, а тиме се повезује, односно интегрише целокупни процес рада менаџмента.

Подела рада - представља ниво специјализованих послова у грађевинском предузећу и показује на који начин су сложени задаци подељени на мање сложеније задатке. Ефекат ове активности је специјализација појединаца и мањих организационих јединица. Какав ће појавни облик имати специјализација зависи од менаџерских одлука о изгледу организације. Ако менаџери настоје да створе такву структуру, која ће усмерити понашање појединаца у правцу постизања високе продуктивности рада, они ће се заложити за висок ниво поделе рада и уску специјализацију. Супротно томе, ако менаџери поред продуктивности, настоје да повећају мотивацију, сатисфакцију и развој запослених, они ће процењивати који ће ниво поделе рада бити адекватан тим циљевима, односно одлука може ићи у правцу шире специјализације.

Према ауторима (Rahman *et al.*, 2016), постоје два аспекта предности поделе рада: технички и економски.

Технички аспект је:

- развој стручности и знања;
- усавршавање потребних вештина.

Економски аспект је:

- већа продуктивност рада;
- квалитетнији производи и услуге;
- нижи трошкови за обуку запослених.

Делегирање ауторитета у грађевинском предузећу подразумева одлуку где ће се лоцирати моћ у предузећу: у врху предузећа или дистрибуирано кроз цело предузеће. На основу формалне позиције, формира се линија ауторитета у смеру од топ менаџмента, силазном линијом према средњем менаџменту, а затим од средње линије према првој линији, односно оперативном менаџменту.

4. 4. 3. Улога менаџмента у грађевинском предузећу

Квалитет у доношењу одлука и активности које доприносе успеху грађевинског предузећа, знатно зависе од оних који доносе одлуке, какве вештине и способности имају, какав им је стил руковођења, какве су им технике и методе које користе у доношењу одлука. Стога, није примарно важна само техника у доношењу одлука, већ је једнако битно какве су и колике професионалне могућности, образовање и искуство које менаџери имају.

Доношење одлука у току извођења грађевинских пројеката обухвата управљање већим бројем повезаних компоненти, као што су план градилишта, ресурси критичне опреме, продуктивност рада, неочекивани догађаји, расподела ресурса и репрограмирање активности. Неизвесност повезана са сваком од ових компоненти, као и променљива веза која постоји између њих, у погледу времена и простора, чине саму срж управљања пројектима. Разјашњавање сваке од ових сложених компоненти је од суштинске важности за ефективно планирање непредвиђених ситуација и испитивање колико су алтернативне стратегије у доношењу одлука корисне. Ипак, веома је тешко предвидети последице овако сложеног понашања, јер се често јављају у оквиру динамичког контекста (Wilkinson *et al.*, 2014).

Добро руководство је од суштинског значаја, уколико грађевинско предузеће жели да постигне врхунске перформансе и побољшање продуктивности. Грађевинска индустрија, нарочито менаџмент у области грађевинских пројеката, је по природи мултидисциплинарна област, где успешно спровођење пројеката захтева улагање свих страна, укључујући дизајнере, извођаче радова, пројектанте и представнике министарства, јавних предузећа, општина и локланих самоуправа. Сви они морају иницирати захтеве и међусобно сарађивати. Професионалци у грађевинској области и грађевинске организације имају корист од упошљавања појединаца који поседују развијене интерперсоналне вештине, које олакшавају процес сарадње са мноштвом различитих интересената, на разним нивоима компанијске хијерархије. Употреба, па чак и злоупотреба ових вештина током извођења пројеката, може позитивно, али и негативно утицати на коначан исход.

4. 5. Како обезбедити економски раст

Сви који размишљају о ефикаснијем пословању, треба ефикасно да управљају економским догађајима и припреме своје предузеће за рад у веома сложеном и променљивом окружењу. Стално се питају: Како постати и остати конкурентан? Како бити успешнији од других? Како искористити нове технологије и како доћи до неопходних знања да би били и остали конкурентнији?

Сада је пред свим земљама изазов стабилног сталног развоја и економског раста, те очувања стечене позиције у интернет економији, која је карактеристична по великој конкурентности и сталним технолошким променама. Због тога је потребно унапредити ниво примене информационо-комуникационих технологија, те се прилагодити друштву заснованом на знању и сталним променама.

Окружење у коме се ради и егзистира је динамично, а обележава га убрзани технолошки развој и стална потреба за променама и иновирањем. Поједине земље су схватиле значај нових технологија и знања, те свој економски раст и свој међународни положај заснивају на знању и новим технологијама. Зато је неопходно схватити значај знања и континуирано улагати у њега, јер оно има највећи утицај на ефикаснији рад, те конкурентност једне земље и пословног система.

Добра технолошка опремљеност, знање са којим располажу запослени, и имплементирана пословна интелигенција су сигурно најзначајнији ресурси пословног система у постизању развојних циљева конкурентске предности.

Према Лисабонској агенди за развој и запошљавање, примена нових технологија и иновације су два најважнија ресурса за одржавање конкурентског напретка и развоја Европске уније (Lisbon Strategy 2000-2010, 2010).

Економија која је заснована на знању, те имплементираној пословној интелигенцији, омогућава сталне иновације, а перманентним учењем, уз примену информационо комуникационих технологија, то се може остварити.

Они запослени који поседују знање, и то знање ефикасно користе, више показују спремност за иновације и промене, те обезбеђују раст, развој и конкурентску предност грађевинског предузећа.

4. 6. Процеси које менаџери користе код доношења одлука

Анализе рада менаџера показале су да они делају и имају различите стилове одлучивања, који су им у прошлости доносили добре резултате (Boton *et al.*, 2016). Међу њима постоје и неке сличности: при доношењу одлука нису склони превише да размишљају, не воле исувише сажете податке, одлуке доносе у прилично малом временском интервалу (често краћем од 15 минута). Недостатак информација се обично сматра битним ограничењем за доношење одлука, заједно са ограничењима доносиоца одлуке у погледу пажње, памћења, разумевања и комуникације. Унутар ових ограничења, и даље је основна претпоставка да доносилац одлуке тежи да буде рационалан.

У току процеса добијања информација које су потребне за одлучивање, највећи број менаџера инсистира на неформалности и ефикасности. По правилу интересују се за извор добијених информација, важно им је да имају поверење у сараднике који им презентују информације и анализе, што имплицира и поверење у њихове предлоге. Због великог броја података којима су изложени, потребно је претходно обрадити и протумачити податке и информације које добијају. Менаџери јако цене ентузијазам својих сарадника у решавању проблема који су везани за одлучивање. Сада им квалитетан информациони систем заснован на пословној интелигенцији нуди и саму одлуку, са неопходним објашњењима за ту одлуку. На њима је да је прихвате или траже додатна појашњења.

Сада се из складишта података (велике количине интерних и екстерних података), њиховим рударењем, могу добити вредне информације и знања. Претпоставка је да чињење информација доступним доносиоцима одлука доприноси њиховој способности да разумеју за и против, да измере корисност, и да процене могућност исхода, и стога обезбеђивање информација повећава њихову способност да доносе добре одлуке.

Захтеви за подацима, информацијама и знањима су у оквиру сваког нивоа одлучивања различити. Подаци и информације за највиши ниво оријентисани су ка будућности – шта ће се дешавати. Оне својим садржајем и обликом исказују опште захтеве за садашњост и будућност успешног извршавања пословних активности. Планирање и предвиђање будућних активности непосредно је повезано са ближим и даљим окружењем, па се информационе активности (прикупљање, обрађивање, чување и дистрибуција) врше над подацима, информацијама и знању и изван самог грађевинског предузећа. Због тога што стратешке одлуке имају већи утицај на предузеће, него оне оперативне, услови у погледу квалитета стратешких информација и самих извора информација су захтевнији.

Средњи ниво менаџмента, или оперативни менаџмент, се „задовољава“ збирним, седмичним или месечним извештајима. На основу тих података и информација проверавају се резултати најнижег нивоа менаџмента и раде различити обрачуни (буџети). Оперативни менаџмент се не спроводи само на најнижим нивоима компаније, нити се стратешки менаџмент извршава само на највишим нивоима; напротив, у питању је само раскорак у мерењу перформанси. Информационе потребе оперативног менаџмента су детаљније, фокусиране ка преовлађујућим пословним активностима. Врло често, оперативни менаџмент се заснива на прошлим искуствима и на циљу деловања. Због тога што средњи менаџмент надгледа делотворност спровођења стратегије и поделу ресурса, потребне су им и средњорочне и краткорочне информације.

Нижи степен менаџмента, који доноси тактичке одлуке, има потребу за подацима и информацијама о свакодневном обављању пословних активности. Шта се дешава на градилишту, да ли су машине и уређаји у функционалном стању, да ли комитенти испуњавају договорене испоруке, а подизвођачи обављају активности по плану. На овом нивоу процеса одлучивања, тактички менаџмент је еквивалентан ефективном искоришћавању ресурса током разних процеса и операција. На том нивоу, неопходне информације су детаљне и краткорочне, због тога што људи на најнижем нивоу процеса одлучивања планирају и спроводе сопствене задатке, и углавном су им потребне детаљне информације да би све спровели у дело.

Подржавање различитих захтева за информацијама на управљачком нивоу унутар грађевинског предузећа у директној је вези са токовима информација и података у различитим смеровима. Стратегијске информације потребне за топ менаџмент могуће је припремити одговарајућом комбинацијом података и информација из различитих пословних функција и података и информација из окружења саме организације.

Средњи ниво менаџера подржава, слично највишем нивоу одлучивања и управљања, хоризонтални и вертикални ток информација између одговарајућих процеса унутар грађевинског предузећа.

4. 7. Утицај искуства на одлучивање

Искуство менаџера значајно утиче на одлуке које доноси. Када менаџер има добра искуства са одређеним техникама и методама одлучивања, онда ће их и убудуће користити, док лоша искуства доводе до избегавања претходно примењених приступа. Постоје одређене разлике у начину одлучивања између менаџера почетника и искусних менаџера. Почетници, као и менаџери који први пут одлучују, по правилу користе мањи број података за доношење одлуке и чврсто се држе резултата, које су добили устаљеним методама коришћења. За разлику од њих, искусни доносиоци одлука посвећују више времена анализи података који су им на располагању, и обавезно траже алтернативне могућности које нису претходно разматрали. Да би дошли до добре одлуке, они постављају различите хипотезе и покушавају да докажу њихову (не)валидност.

Проблем одлучивања је често толико сложен да га појединци не могу решити сами, па се зато формирају групе са више учесника, да би радиле на решавању проблема који се током одлучивања појављују. Верује се да групе могу донети боље одлуке од појединаца, јер имају на располагању већу експертизу, могу апсорбовати више информација при одлучивању, те генерисати више опција решења, а и мања је вероватноћа да би свим члановима групе промакла нека грешка. Ипак, неколико фактора смањује учинак рада групе: више времена се троши на међусобној комуникацији, могуће је прерано прихватање предложеног решења због

социјалног притиска или помањкања времена неких учесника у процесу одлучивања, а присуство ауторитета или особе која се наметне групи, може узроковати смањени утицај осталих чланова групе на предлагање и анализу опција решења проблема.

Битна карактеристика одлуке је степен њене структурираности, који показује у којој мери је она рутинска и колико се често понавља. Високо структуриране одлуке односе се на једноставне ситуације које карактерише стабилност и јасна узрочно-последична веза коју свако може лако да уочи. Често, прави одговор је очигледан и неспоран. У овој области, одлуке су неспорне, јер све укључене стране деле исти поглед на проблем и на његово разумевање. Високо структуриране одлуке правилно вредноване, захтевају директно управљање и надгледање спровођења одлуке. У оваквим ситуацијама, менаџери лако увиђају проблематику, категоризују и доносе одлуку, односно они процењују чињенице у ситуацији, категоризују их и потом своју одлуку заснивају на устаљеној пракси. Пошто и менаџери и запослени имају приступ информацијама неопходним за суочавање са једноставном ситуацијом, стил преношења наредби и контроле за успостављање потребних параметара, најбоље функционише. Директиве су конкретне, одлуке се лако могу делегирати, а улоге учесника у спровођењу одлуке могу бити аутоматизоване. Исцрпљујућа комуникација између менаџера и запослених који спроводе одлуку обично није потребна, јер ретко постоји неслагање око тога шта је потребно урадити. Пример овакве одлуке може бити везан за количину горива потребног за одређени период. Такве одлуке називају се и програмираним одлукама, јер се оне могу формулисати у облику низа инструкција.

Полуструктуриране одлуке односе се на компликоване ситуације, које за разлику од једноставних, могу садржати више тачних одговора тј. одлука, и ако постоји јасна веза између узрока и последица, не могу сви да је виде. Док менаџери у једноставној ситуацији морају да увиђају, категоризују и одговоре на ситуацију у смислу доношења одлуке, менаџери у компликованој ситуацији морају да увиђају, анализирају, пронађу одговор и да донесу одлуку. Овај приступ није лак и често захтева стручност. Доношење одлука у компликованим областима често може захтевати много времена, и увек постоји двоумљење, па може протећи много времена од налажења правог одговора до доношења одлуке. Пример такве одлуке јесте одлука о наручивању материјала за рад у ситуацији када прети економска криза, па је неизвесност могућности набавке и цене материјала у идућем временском раздобљу јако велика. Када је прави одговор недостижан и када одлука мора да се базира на непотпуним подацима, тада ситуација више није компликована, већ постаје ванредна.

Неструктуриране одлуке се доносе у ванредним ситуацијама, због неке велике промене – лошег квартала, промене у менаџменту, пандемије и сл., па се оне по правилу доносе само једном. Овакве одлуке доносе се у складу са потпуно новом ситуацијом, узрокованом неочекиваним догађајима унутар или изван грађевинског предузећа, или се веома ретко доносе. Код оваквих одлука је тешко формулисати било какве опције деловања, а понекад се не могу ни лако оценити, са стајалишта циљева предузећа. У оваквим ситуацијама недостаје знање о могућим начинима одлучивања, јер га није лако прикупити и на крају искористити. Пример неструктурираних одлука јесу одлуке о реакцији на појаву нових технологија у подручју деловања грађевинског предузећа, о начину обнављања производње након елементарних непогода или потреса и сл.

За доношење неструктурираних одлука тражи се машта, креативност, интуиција и способност анализе и истраживања. Поступци који се користе у процесу доношења ових одлука су следећи:

- латерално размишљање – подразумева свестан напор да се проблеми сагледају из другачије перспективе;

- аналогичја - анализа претходно донесених одлука, како би се пронашла решења проблема сличних онима у прошлости;
- истраживање – трагање за новим знањем које би помогло да се боље разуме аспект проблема у садашњој ситуацији;
- синтеза - комбиновање познатих специфичних метода које могу помоћи у доношењу неструктуриране одлуке;
- креативност - стварање новог знања потребног за доношење одлуке, коришћењем маште и креативног размишљања;
- олуја мозга (*brainstorming*) - слободна и широка расправа групе стручњака у циљу изношења великог броја идеја и мишљења од којих би неке могле бити искоришћене у доношењу одговарајућих одлука.

4. 8. Нова знања за нова одлучивања: управљање знањем

Један од најзахтевнијих процеса одлучивања у грађевинском предузећу је управљање пројектима. Сложеност управљања пројектом експоненцијално расте у односу на величину пројекта. Велики пројекти захтевају да њима управљају искусни пројект менаџери, али је проблем у томе што таквих пројект менаџера има веома мало, а поред тога су и врло скупи за ангажовање на грађевинском пројекту.

Нова економија не почива само на имовини, профиту и раду, већ она све више почива и на знању, као и на новим технологијама. Знање као ресурс се дељењем и коришћењем не губи и смањује, него се увећава. Сам процес коришћења и дељења знања је веома важан. Уколико грађевинско предузеће прикупља знање, размењује га, те мотивише све своје запослене да га ефикасно деле, на одговарајући начин користе и стичу нова знања, и на основу њих стварају нове вредности, онда грађевинско предузеће има шансу да буде конкурентније од осталих на тржишту.

Знања су потребна како би руководиоци били у могућности да спроведу све потребне активности при обављању нових послова. Ова знања се деле на лидерска (емоционална интелигенција), техничка (стручно образовање) и друштвена (социјална интелигенција). Без одговарајућих знања, руководиоци ће бити неспособни да ураде посао који се од њих очекује на одређеном нивоу.

Такође, руководство предузећа мора поседовати основна знања у коришћењу информационих технологија, будући да оно управља и судбином комплетног предузећа. У противном, коришћење информационих технологија је не само непотребно већ и директно опасно (Aslaksen *et al.*, 2012).

Управљати знањем (*knowledge management*, КМ) значи креирати га, идентификовати, пронаћи и прикупити, сортирати, меморисати, организовати, делити, омогућити му приступ, те стално користити. Ако се питамо чему све ово, одговор за менаџере је: да морају радити праве ствари на исправан начин, тј. ефективно и ефикасно.

Под појмом управљања знањем у грађевинском предузећу мислимо на побољшање рада и унапређење пословних процеса, на основу искоришћавања знања запослених.

Постоји много дефиниција управљања знањем, а сажете у једну гласи (Roeder, 2005): „Управљање знањем односи се на низ поступака које користе пословни системи да би препознали, створили, представили и поделили знање за поновно коришћење и учење“.

У свом раду (Roeder, 2005), аутор на следећи начин дефинише појам управљања знањем: „Управљање знањем је поступак који пословном систему помаже да пронађе, одабере, организује, прошири и трансформише битне информације и компетенције неопходне за

активности као што су решавање проблема, практично учење, доношење одлука и стратешко планирање“.

Довођење неисказивих знања на површину, њихово консолидовање у облике који су много доступнији и промовисање њиховог континуираног креирања представља управљање знањем (Simeone *et al.*, 2014).

Управљање знањем је процес али и пословна филозофија у грађевинском предузећу, који знање, идеје и сталну иновативност сматрају стратешким одређењем. Управљање знањем подразумева коришћење великог броја метода и поступака да би се осигурало да се сви циљеви грађевинског предузећа остварују путем ефикасног и ефективног стварања знања, добре комуникације и дељења знања, његовог прикупљања и складиштења, те поновног коришћења. Ефикасно управљање знањем није могуће без адекватне пословне културе, које је сада потпомогнуто и ИТ алатима.

Управљање знањем постаје функција менаџмента која је одговорна за регуларно одабирање, имплементацију и евалуацију као циљу усмерених стратегија знања, чија је сврха унапређивање начина на који грађевинско предузеће употребљава интерно и екстерно знање за побољшавање својих перформанси.

Већ сада се пише о другој генерацији управљања знањем. Прва генерација управљања знањем је превасходно била усмерена на технологију, док друга генерација знатно више укључује људе, процесе и социјалне иницијативе (Dalkir, 2013). Са становишта прве генерације управљања знањем, пракса управљања знањем почиње након што је знање произведено, па сврха управљања знањем није увећање „производње“ знања, него увећање коришћења знања у пракси. Са тог становишта, нагласак није на „производњи“ знања него на интеграцији знања.

Иако управљање знањем нема своју коначну дефиницију, оно се уопштено сматра процесом кроз који грађевинско предузеће ствара додатну вредност, акумулирајући и повећавајући „активу знања“. Свакако, процес акумулирања или стварања знања, односно вредности предузећа кроз обogaћивање његових ресурса, подразумева дељење знања међу запосленима, између организационих јединица у грађевинском предузећу, као и између различитих комитената и подизвођача међусобно.

Да би управљало знањем, грађевинско предузеће мора да подстиче и афирмише коришћење постојећег знања, да га интегрише из свих делова предузећа, те са онима ван њега. Предузеће треба да дефинише која су то знања која недостају, да сва знања учини доступним, да развија културу за сталним стварањем нових знања и идеја. Све промене које се желе спровести морају се генерисати „одозго“. Стално коришћење расположивог знања, те његова размена заједно са разменом искустава мора бити непрекидан процес. Улога менаџмента при томе је константно мотивисање свих запослених на размену знања и искустава.

Управљање знањем је ефикасан одговор на економске трендове данас:

- глобализацију;
- све присутнију информатизацију и примену нових технологија;
- другачији поглед на знање и његов значај.

Треба увек имати у виду да је знање роба, али да се та роба, за разлику од неких других роба, не троши употребом, него све већом употребом знања, његова вредност све више расте.

5. НОВЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ У ГРАЂЕВИНСКОЈ ИНДУСТРИЈИ

У савременим условима рада, запослени у грађевинској индустрији у свакодневним пословним активностима морају интензивно користити рачунарске технологије. Сада је градња без употребе рачунара једноставно незамислива. Рачунари се користе као добар алат за планирање, пројектовање, прорачуне, конструисање, праћење радова и слично. Може се нагласити да се и сада велика средства троше на хардвер, а који често није искоришћен нити близу својих могућности. Значајан део пословног софтвера, па и оног за који се тврди да је савремен, и даље је релативно затворен и често недовољан за коришћење.

Многи констатују да се, упркос великом експерименталном и теоријском напретку у софтверској и хардверској технологији, пословни корисници често сусрећу са гломазним, скупим и ригидним пословним информационим системима, који раде на скупим хардверима који су недовољно искоришћени. Користе се 64-битни рачунари на којима се покрећу софтверски програми чија сложеност не превазилази сложеност програма као што су *Word* и *Excel*.

Рачунари се употребљавају у свим областима живота и рада, а до пре неколико година коришћени су само за чисте прорачуне, док су сад оријентисани ка обради нумеричких података и долажењу до знања (Guillem *et al.*, 2017). У овом делу рада наведена су нека објашњења, да бисмо презентовали како је текао развој у последњих неколико година, и назначили неопходну примену рачунара у одговарајућим процесима пословања грађевинског предузећа.

Истраживање које је аутор рада спровео у грађевинским предузећима 2018. године на циљаном узорку од 69 предузећа у Србији показује да је у 30,43 % предузећа, улога ИТ-а у односу на пословање, критична, и да без ИТ-а грађевинско предузеће отежано функционише, а да ИТ пружа додатну вредност предузећу. У 7 анкетираних предузећа или 10,14 % ИТ пружа додатну вредност предузећу, те даје подршку у раду и радним процесима. Како би се то постигло, потребно је имати одговарајући хардвер и софтвер. Опширније о резултатима истраживања дато је у поглављу 2.

Помоћу одговарајућих софтвера сада се може веома једноставно симулирати на рачунару физичко/механичко понашање техничких система. На тај начин је симулација физичких процеса, уз помоћ одговарајућих софтвера, постала трећи стуб процеса сазнања, уз теорију и експеримент (Хартман и др., 2006).

До пре неколико година, основа рачунарски подржаног конструисања био је CAD (*Computer Aided Design*). Он се заједно са методом коначних елемената, показао као катализатор и путоказ ка модерној примени рачунара у грађевинарству. CAD-системи су се ослањали на сложене алгоритме за цртање и моделовање, тако да се технички цртежи (2Д-операције) и геометријски модели (3Д-операције) израђују интерактивно. CAD системи су се користили за цртање, 3Д моделовање, те анимације, а сада се ефикасно користе за организацију рада, за повезивање геометријских CAD модела са неграфичким подацима, извођење конструктивних радова и слично (Хартман и др., 2006).

У последње време, интензивно се ради на моделима где се појединачна примена рачунара замењује применом рачунара у интегрисаним пословним системима, за потпуну подршку грађевинској индустрији. Таква потпуна интеграција је још увек у току. Овде ће бити наведене само неке могућности примене рачунара у грађевинарству: подршка код интензивних прорачуна, подршка код израде техничке документације, симулациони софтвер, дизајн 3Д грађевинских модела, системи базирани на знању и слично.

5. 1. Коришћење информационог система грађевинског предузећа

Пословање се, оквирно речено, заснива на неколико основних елемената: производима и услугама, комитентима, приходима, расходима, испоруци, конкурентима и запосленима. С друге стране, потреба за ефикасношћу и ефективношћу довела је до аутоматизације већег броја пословних процеса и операција. Пошто су руководиоци користили решења која су била на располагању, временом је дошло до повећања броја неусклађених система. С обзиром да независни системи могу независно радити веома квалитетно, у њима су подаци раздвојени и тешко је повезати их са подацима из других система. Оно што им недостаје су везе између података и информација. Издвајање неопходних података из пословних процеса и њихова смислена употреба, јесте један од тежих пословних проблема. Иако је аутоматизација била корисна, треба имати у виду да данашња технологија може основне операције учинити знатно ефикаснијим, потребне податке, информације и стечена знања делотворнијим, а пословање предузећа интелигентнијим.

Грађевинско предузеће мора поседовати брзе пословне рефлексе како би добро управљао својом снагом или слабостима у тренуцима кризе или приликом одговора на неки непланирани догађај. Да би се снаге грађевинског предузећа добро усмеравале, да би се догађаји могли планирати, треба размишљати, радити процене, спроводити стратешку анализу и на крају ефикасно спровести имплементацију.

Мора се размишљати о битним пословним питањима, развити дугорочна пословна стратегија за решавање проблема и начина за искоришћавање прилика које се открију анализом. Стратегију и планове треба презентовати свим запосленима, као и инвеститорима и подизвођачима и другим важним заинтересованим странама изван ње (Dalkir, 2013).

Мали број грађевинских предузећа користи нове (дигиталне) технологије за побољшање свог пословања. Морају омогућити запосленима да успешно суделују у свету брзог и непредвидивог пословања. Иако се у средишту пословања налазе подаци и информације, готово да их нико не користи како треба. Дobar део руководиоца прихвата њихов недостатак као нужност. Дуго се живело и радило без њих, па се још увек и не осећа како оне недостају.

У раду (Lehaneu *et al.*, 2011) аутор наводи да предузећа која су уложила значајна средства у информационе технологије не добијају резултате какве заслужују. При томе је интересантно да мањак или недостатак података и информација није последица недовољно уложених средстава. Његова истраживања показују да већина предузећа улаже 80 % средстава неопходних за квалитетан проток података и информација, али при томе добије само 20 % од могућих резултата. Разлика између утрошених средстава и добијених резултата, последица је неразумевања могућности које нове технологије могу да пруже, те непознавања њених потенцијала (Lehaneu *et al.*, 2011).

Основни разлог увођења и коришћења информационог система у грађевинском предузећу је потреба и усмереност на искоришћење информација које произилазе као резултат трансакционих обрада података, са циљем повећања ефикасности пословања. Улога информационог система је давање подршке у коришћењу информација на свим нивоима управљања па до нивоа сваког запосленог. У данашње време, потпуно је незамисливо говорити о непостојању базичних информационог система, као на пример, систем за трансакцијску обраду података, који даје основу за надоградњу на напредније системе. Информациони систем првенствено служи за аутоматизацију и интеграцију радних и пословних процеса као замена за ручно обављање истих. Он је креатор поузданих информација којима се служе

руководиоци при доношењу одлука и представља помоћно средство за креирање стратегије грађевинског предузећа.

Почетак примене информационих система био је везан за обраду трансакција и аутоматизацију неких пословних процеса. Током развоја су еволуирали и почињу служити руководиоцима за подршку у пословном одлучивању и ефикаснијем раду запослених. Сада су већ у игри интегрисани софтверски пакети подржани базама знања и методама вештачке интелигенције, те сами управљају знањем и нуде одговарајуће услуге одређеним запосленима и комитентима.

Добар информациони систем омогућава свим корисницима разумевање и учење ствари које ни на који други начин не би могле бити остварене. Квалитетан ток података и информација, те добри аналитички алати дају сасвим другачији увид у пословне потенцијале грађевинског предузећа. Они унапређују снагу људског ума и смањују потребу за физичким радом. Да бисмо направили добар информациони систем, морамо прво развити идеалну представу о информацијама које су потребне за успешно вођење пословања и ефикаснији рад, те разумевање тржишта и конкуренције. Треба добро размислити о чињеницама које су важне за грађевинско предузеће. Треба направити попис питања чији ће одговори променити начин рада и пословања. Затим, од информационог система треба затражити одговоре на та питања. Ако их постојећи систем не може дати, мора се развијати (стварати) онај који то може.

Грађевинско предузеће је имплементирало одличан информациони систем ако токови података и информација кроз њега путују брзо и природно, и кад технологију за вођење и координацију свих запослених и пословних партнера можете искористити једнако брзо као што то можете урадити са једном особом. За такво пословање *Bil Gates* каже да је то „пословање брзином мисли“ (Gates, 1999).

5. 2. Рачунарство у облаку

Данас су у највећој употреби два концепта: рачунарство у облаку (*Computing in the Clouds*) и сервисно оријентисана архитектура (*Service-Oriented Architecture*) - СОА. Оба ова концепта, иако покривају различите домене, имају следеће битне карактеристике: трошење ресурса, промоцију интероперабилности међу системима различитих произвођача и коришћење стандардних комуникационих и мрежних технологија.

Рачунарство у облаку и СОА су комплементарни појмови у технолошком смислу, при чему рачунарство у облаку представља ефикасну и искористиву платформу за увођење и пружање СОА услуга.

Мали број истраживања се односио на сервисно оријентисану архитектуру у оквиру рачунарства у облаку. Најзначајнији такав рад је објављен у (Lindner, *et al.*, 2010), где се разматрају технички аспекти смештаја (*deployment*) целокупног сервисно оријентисаног софтверског решења у облаку.

Рачунарство у облаку је ново технолошко решење које је предложено шездесетих година прошлог века (Вуууа *et al.*, 2011), али је пре неколико година почело интензивније да се користи. Пут од идеје до почетка коришћења текао је у више фаза. У свакој од фаза развијена су нека нова технолошка решења која су основа рачунарства у облаку или погодна платформа за њега.

Развој је карактерисао стални напредак, а појмови који га описују су (Вуууа *et al.*, 2011):

- мрежно рачунарство (*Grid Computing*);

- паралелно рачунарство (*Parallel Computing*);
- сервисно оријентисана архитектура (*Service-Oriented Architecture – COA*);
- апликације као сервис (*Application as a Service - AaaS*);
- софтвер као сервис (*Software as a Service - SaaS*);
- инфраструктура као сервис (*Infrastructure as a Service - IaaS*);
- платформа као сервис (*Platform as a Service - PaaS*);
- хардвер као сервис (*Hardware as a Service - HaaS*).

У највећем броју случајева (Mell and Grance, 2011), под рачунарством у облаку подразумева се само софтвер као сервис, инфраструктура као сервис и платформа као сервис.

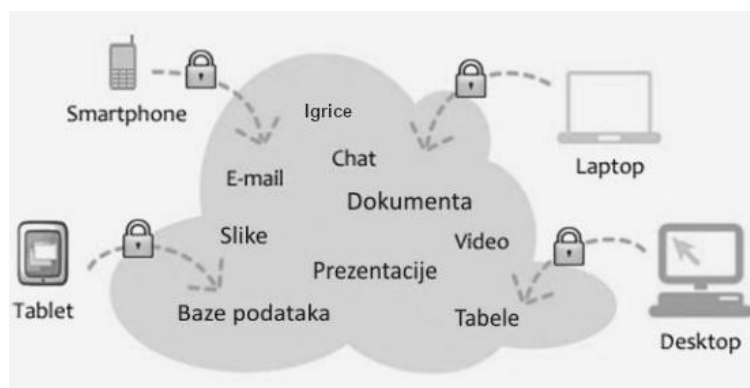
Под мрежним рачунарством се подразумева (Vuuya *et al.*, 2011) дистрибуирани рачунарски систем, чија је намена повезати рачунаре, базе података, мреже и друге ресурсе, у јединствени систем за рад и активности на решавању одређених проблема у постизању жељеног циља.

Паралелно рачунарство подразумева коришћење дистрибуираног система у сврху паралелног, вишерачунарског решавања неког проблема (Vuuya *et al.*, 2011). Дистрибуирани систем може бити постављен и као један физички рачунар, па тако једна хардверска компонента може чинити паралелни систем. Ниво интеграције компоненти дистрибуираног система у односу на паралелни рачунарски систем чини основну разлику између ова два система. У дистрибуираном рачунарском систему свака компонента поседује свој процесор и властиту радну меморију, док се комуникација између појединачних компоненти обавља разменом порука. У паралелном систему, све компоненте приступају колективној дељеној меморији (*shared memory*).

Апликације као сервис (AaaS) подразумевају (Vuuya *et al.*, 2011) понуду готових програмских решења у облику услуге. Софтвер се не мора више куповати и лиценцирати, него су све његове функционалности доступне преко интернета, а које омогућава облак. Као пример узмимо пакете *MS Office* кога изнајмимо, поставимо на властити рачунар, те га користимо и не бринемо за ажурирање закрпа и нових верзија.

Софтвер као сервис (SaaS) је услуга која обухвата (Vuuya *et al.*, 2011) понуду готових програма у облику услуге, при чему је кориснику дозвољена већа слобода конфигурисања него код AaaS приступа.

Ако смо повезани на интернет, програмима и документима се може приступити са било ког места, што видимо на слици 5.1.



Слика 5.1. Приказ функционалности рачунарства у облаку
(Извор: <http://javawebaction.blogspot.hr/2011/06/what-is-cloud-computing.html>)

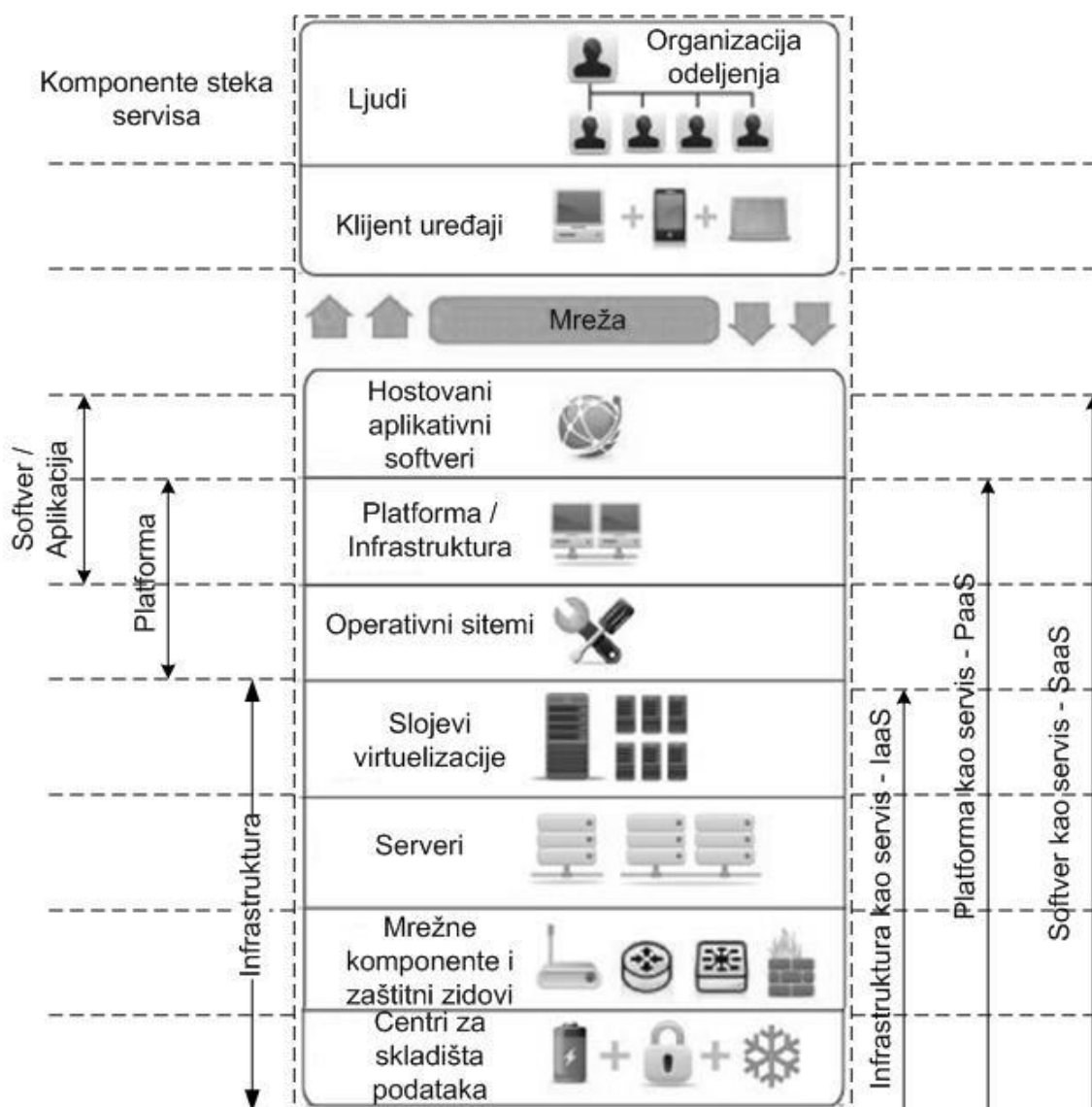
Платформа као сервис (PaaS) (Vuuya *et al.*, 2011) у облику услуге нуди развојно окружење и апликацијске платформе. Обухвата различите услужне програме (*utilities*), софтверске сервисе, програмске библиотеке (*libraries*), и слично.

Без обзира на величину предузећа постоје бројне предности при коришћењу платформе као сервиса (Vaquero *et al.*, 2011):

- Олакшава развој и имплементацију апликација;
- Скалабилна је;
- Обезбеђује високу доступност;
- Даје програмерима могућност креирања прилагођених апликација;
- Аутоматизује пословну политику;
- Омогућава једноставну миграцију на хибридни модел.

Хардвер као сервис (Хаас) је услуга коришћења хардвера, где се (за разлику од Иаас), конфигурисање тог хардвера препушта кориснику у одговарајућу инфраструктуру, тако да корисник инсталира и подешава оперативни систем и разне управљачке програме на изнајмљеном хардверу.

Приказ услуга у облаку приказан је на слици 5.2. из које су видљиви међусобни технички односи Саас-а, Паас-а и Иаас-а.



Слика 5.2. Сервиси рачунарства у облаку (Извор: <https://bvdstudio.wordpress.com/2014/02/23/cloud-computing/>)

У раду (Jennings, 2009) наводе се и други сервиси, као што су:

- дискови за чување података из облака (*Storage as a Service*);
- базе података у облаку (*Database as a Service*);

- размене информација кроз облак (*Information as a Service*);
- повезивање процеса у облаку (*Process as a Service*);
- интеграција хардверских и софтверских решења (*Integration as a Service*);
- безбедност апликација и података (*Security as a Service*);
- управљања ресурсима и решењима смештеним у облаку (*Management as a Service*);
- тестирања разних решења (*Testing as a Service*).

Има аутора (Duan *et al.*, 2015) који наводе да су сви ови додатни сервиси уствари специјализоване услуге унутар већ наведених типова сервиса.

Сервиси не морају бити везани за рачунарство у облаку, али је рачунарство у облаку најделотворнија платформа за њихову примену.

5. 2. 1. Дефиниција рачунарства у облаку

Постоји велики број дефиниција рачунарства у облаку, од којих ће бити наведено неколико њих.

У раду аутора (Johnson *et al.*, 2014) дефинисано је рачунарство у облаку као: [...] „прошириве услуге и алати на захтев, који се кориснику нуде путем интернета из специјализованих дата центара и скоро да не троше локалне ресурсе за обраду или складиштење података“. Ресурси рачунарства у облаку подржавају сарадњу, складиштење података, виртуализацију и приступ великом броју доступних апликација, које се ослањају на технологије у облаку.

Према (Sultan and Sultan, 2012) рачунарство у облаку је: [...] „модалитет који користи предности ИКТ-а попут виртуализације и мрежног рачунарства за пружање низа ИКТ услуга кроз софтвер и виртуални хардвер (за разлику од физичког) које обезбеђују (дата центри који су у власништву добављача у облаку и / или крајњи корисници којима њима управљају) у складу са потребама и захтевима корисника и дистрибуирају на даљину путем јавних (нпр. интернета), приватних мрежа или комбинацијом (нпр. хибридних мрежа) ова два концепта испоруке“.

Користећи главне карактеристике повезане са појмом рачунарства у облаку у литератури, Вакеро и сар. (Vaquero *et al.*, 2009) дају своју дефиницију рачунарства у облаку на следећи начин: „Облак је велика група лако употребљивих и приступачних виртуализираних ресурса (као што су хардвер, развојне платформе и / или услуге)“. Ови ресурси се могу динамички реконфигурисати како би се прилагодили различитом оптерећењу (скали) коришћења, што такође омогућава оптимално коришћење ресурса. Коришћење ове групе ресурса обично се наплаћује крајњем кориснику по моделу „плати колико користиш“, у којем гаранције квалитета услуге нуди добављач изнајмљене инфраструктуре.

Пружање тих услуга одликује се следећим особинама (Vaquero *et al.*, 2009.):

- Самоуслужно је и на захтев – корисник може користити рачунарске услуге аутоматски, без потребе за сталним контактом са даваоцем услуге;
- Мрежни приступ – услузи се приступа коришћењем стандардних информационих и комуникационих технологија и мрежних протокола;
- Виртуализација ресурса - ресурси се распоређују тако да корисници не морају да знају тачну микролокацију изнајмљених ресурса;
- Брза еластичност – опсег ресурса и услуга може се брзо повећавати или смањивати у складу са тренутним потребама корисника;

- Наплата у складу са потрошњом – корисници не морају да плаћају унапред изнајмљене ресурсе и услуге, него само онолико колико су их користили у задатој обрачунској јединици.
- Надаље, наводимо и следеће врсте рачунарства у облаку (Vuuya *et al.*, 2011):
- Приватни облаци (*Private Clouds*), су у власништву једне установе, а користе се за прилагођавање рачунарских потреба између различитих одељења једног предузећа, те избегавање умножавања рачунарских ресурса које се дешава када свако одељење има властиту рачунарску инфраструктуру;
- Потрошачки облаци (*Consumer Clouds*), су најраспрострањенији. На таквој платформи корисници могу уз коришћење интернета изнајмљивати услужне апликације и чување података;
- Комерцијални облаци (*Public Clouds*), се односе на рачунарство у облаку засновано на специфичној платформи која подржава развој и смештај апликација, чување података и слично, а наплата се врши према обиму коришћења;
- Мешовити облаци (*Hybrid Clouds*), су варијанте јавних и приватних облака или локалних рачунара и јавних облака. Настали су као одговор на забринутост у вези смештања и сигурности података;
- Академски облаци (*Academic Clouds*), се користе од стране универзитета, института и научних радника, како би се обезбедила што већа уштеда и исплативост истраживања.

Рачунарство у облаку је средство помоћу кога се одговарајући рачунарски ресурси могу испоручити кориснику у виду јавне услуге. Предности коришћења огледају се у јефтиној понуди одговарајућих сервиса у односу на класичне набавке. Корисник не мора набављати скупи хардвер који недовољно користи, а рачунарске ресурсе може изнајмљивати према потреби.

Техничке предности рачунарства у облаку су информатичке, рачунарске и комуникационе природе (Vaquero *et al.*, 2011). Техничке предности олакшавају управљање рачунарима и рачунарским мрежама, поспешују развој софтвера и унапређују перформансе информационог система. Према (Vaquero *et al.*, 2011), најважније техничке предности рачунарства у облаку су:

- Софтверска решења се постављају брзо и једноставно;
- Подстицање развоја софтвера у облаку заснованог на одговарајућим стандардима обезбеђује интероперабилности међу софтверским решењима различитих произвођача;
- Информатичари из грађевинске фирме се могу фокусирати на иновације, док се одржавање хардвера и софтвера препушта даваоцу услуга;
- Поједностављено је чување података на различитим географским и виртуалним локацијама, што доводи до побољшања њихове сигурности;
- Резервисање ресурса је олакшано.

Рачунарство у облаку има своје и добре и лоше стране. Ради се о новом концепту ефикасног коришћења рачунарских капацитета. Основни ризик коришћења рачунарства у облаку може бити недовољна зрелост платформе, релативно кратко искуство понуђача и неприпремљеност корисника. Сви евентуални ризици сигурно ће и понуђачи и корисници заједно у наредном времену ублажити или смањити.

Према аутору (Babcock, 2010), ризици и недостаци рачунарства у облаку се могу груписати као:

- Приватност и безбедност – углавном се односи на безбедност смештаја података у облаку;

- Сигурност апликација и комуникација - је предмет изучавања, али то није нешто што је специфичност рачунарства у облаку, него се више односе на мрежне и *web* апликације;
- Зависност од даваоца услуга – односи се на забринутост да би властита софтверска решења у облаку једног даваоца услуга могла узроковати дугорочну зависност, те немогућност једноставне промене даваоца услуге;
- Распоживост услуге – односи се на потребну расположивост и поузданост изнајмљених услуга;
- Исплативост – понекад нису јасни услови на основу којих се може проценити да ли је исплативо коришћење рачунарства у облаку. Ипак, треба имати на уму да рачунарство у облаку неће никада бити потпуна замена за све информационе технологије (Dean and Saleh, 2009);
- Формирањем виртуелне локалне мреже, по узору на виртуелне приватне мреже (ВПН), може се обезбедити заштита протока података у облаку, те између корисника услуге и облака;
- Криптовање података пре њиховог чувања у облаку. Овакав приступ се већ користи за веома осетљиве податке.

Квалитет услуге рачунарства у облаку - односи се највише на могућност надгледања изнајмљених ресурса. Измештајући своје пословање у облак, свако грађевинско предузеће повећаће изложеност и зависност свог пословања од неке друге компаније. Шта ако такав даваоц услуге престане са радом или га друга компанија преузме? Шта ако даваоцу услуга рачунарства у облаку услуга буде неисплатива? Могу ли корисници таквих услуга да претрпе штету? Шта значи цена неке услуге? Да ли је то пуно или мало? Да ли даваоц услуге рачунарства у облаку даје праву противвредност за оно што наплаћује.

Аутор (Linthicum, 2009) упозорава на потребу за потпуним економским приступом при обрачуна укупне цене информационих технологија, а при томе и цену коришћења рачунарства у облаку. Он предлаже да се обавезно узме у обзир:

- Интеграција нових решења са постојећим;
- Усклађивање софтвера и хардвера са интерним и међународним прописима;
- Пренос података у раду;
- Чување података и безбедносне копије;
- Опоравак од грешака;
- Рад запослених;
- Губитак профита када је информациони систем недоступан;
- Решавање посебних пословних проблема;
- Обрачун софтверских лиценци и претплата;
- Постизање тражене сигурности;
- Вредност капиталних улагања.

Ако се при прорачуну трошкова узму у обзир сви ови елементи, може се проценити да ли је изнајмљивање потребних ресурса боља опција од куповине сопствених ресурса или обрнуто.

5. 2. 2. Очекивани ефекти рачунарства у облаку

Ефикасно коришћење изнајмљених ресурса у облаку подразумева да се употреба таквих ресурса може веома прецизно прилагођавати потребама грађевинског предузећа: повећати, када постоји потреба, смањити – у одсуству потребе.

Да би се потпуније описала својства ефикасности, разматрају се следећа два случаја (Armbrust *et al.*, 2009):

1. Набавка рачунарске опреме за покривање екстремних оптерећења;
2. Набавка опреме уз занемаривање екстремних оптерећења.

Проблем овакве набавке може се визуелно приказати на графикону са следећим својствима:

- На икс оси је време изражено у данима;
- На ипсилон оси су две функције (у функцији времена): функција потребе за рачунарским ресурсима $f_R(t)$ и функција максималне доступности рачунарског ресурса $f_{MAX}(t)$.

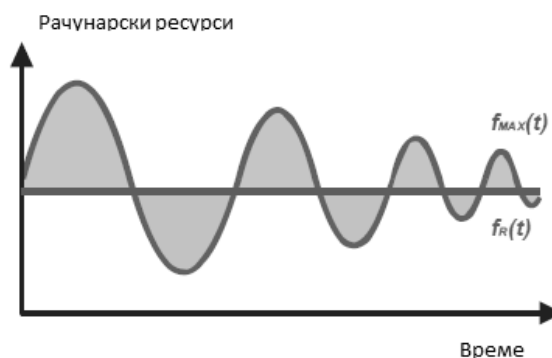
Ако се рачунарска опрема купује да покрије сталне потребе предузећа, али и екстремних оптерећења, онда се однос потребних и доступних рачунарских ресурса (Armbrust *et al.*, 2009) може представити као на сл. 5.3.



Слика 5.3. Куповина рачунарских ресурса за покриће екстремних оптерећења (Armbrust *et al.*, 2009)

Са слике се види да је значајан део рачунарских ресурса већи део времена неискоришћен. Са економског становишта може се закључити да је у питању неискоришћено капитално улагање. Ово стање је последица набавке рачунарских ресурса који се не могу довољно ефикасно и потпуно користити. У питању је набавка опреме која не одговара предвиђеној средњој потреби, већ се ради о највећој могућој потреби. Тај феномен је израженији ако се ради о дужем периоду коришћења.

Када би проблем екстремних оптерећења занемарили, а рачунање спроводили према просечним годишњим потребама за потребним ресурсима, долази до губитака због неуслужених корисника, што је приказано на слици 5.4. Када би такво стање потрајало дуже онда би неуслужени корисници тражили друге могућности за прибављање недовољних рачунарских ресурса, што би сигурно смањило пословну репутацију даваоца рачунарских услуга.



Слика 5.4. Губитак неуслужених корисника уз стварање лоше репутације (Armbrust *et al.*, 2009)

Коришћење изнајмљених рачунарских ресурса у комерцијалном облаку је исплативије од коришћења властитих рачунарских ресурса. То се може видети из математичког модела представљеног следећом неједначином која је дата у (Armbrust *et al.*, 2009):

$$\text{корВреме}_{\text{ОБЛАК}} \cdot (\text{приход} - \text{трошак}_{\text{ОБЛАК}} \geq \text{корВреме}_{\text{ПРИВАТ}} \cdot \left(\text{приход} - \frac{\text{трошак}_{\text{ПРИВАТ}}}{\text{искориштење}} \right)$$

Променљиве у неједначини имају значења:

- *корВреме*_{ОБЛАК} – корисничко време рада у рачунарском облаку;
- *корВреме*_{ПРИВАТ} – корисничко време рада у властитом рачунском центру грађевинског предузећа;
- *трошак*_{ОБЛАК} – трошкови коришћења рачунарства у облаку;
- *трошак*_{ПРИВАТ} – трошкови коришћења властитог рачунског центра;
- *искориштење* – просечно искориштење рачунарских ресурса у грађевинском предузећу.

Ако вредности променљивих у неком одређеном грађевинском предузећу задовољавају ову неједнакост, тада су испуњени економски критеријуми исплативости за коришћење услуга рачунарства у облаку. Треба имати у виду да поред економских критеријума, то могу бити и сигурносни, политички и технички услови, те реалне могућности доступних платформи у облаку.

Рачунарство у облаку и овакав тип улагања у рачунарске ресурсе би могао бити веома интересантан грађевинским предузећима у Србији, која веома често немају неопходне финансијске и људске ресурсе за капитална улагања у потребан хардвер и софтвер. И друге компаније могу користити рачунарство у облаку у одређеним тренуцима великих потреба за ресурсима или ако немају довољан број квалитетног и расположивог информатичког кадра.

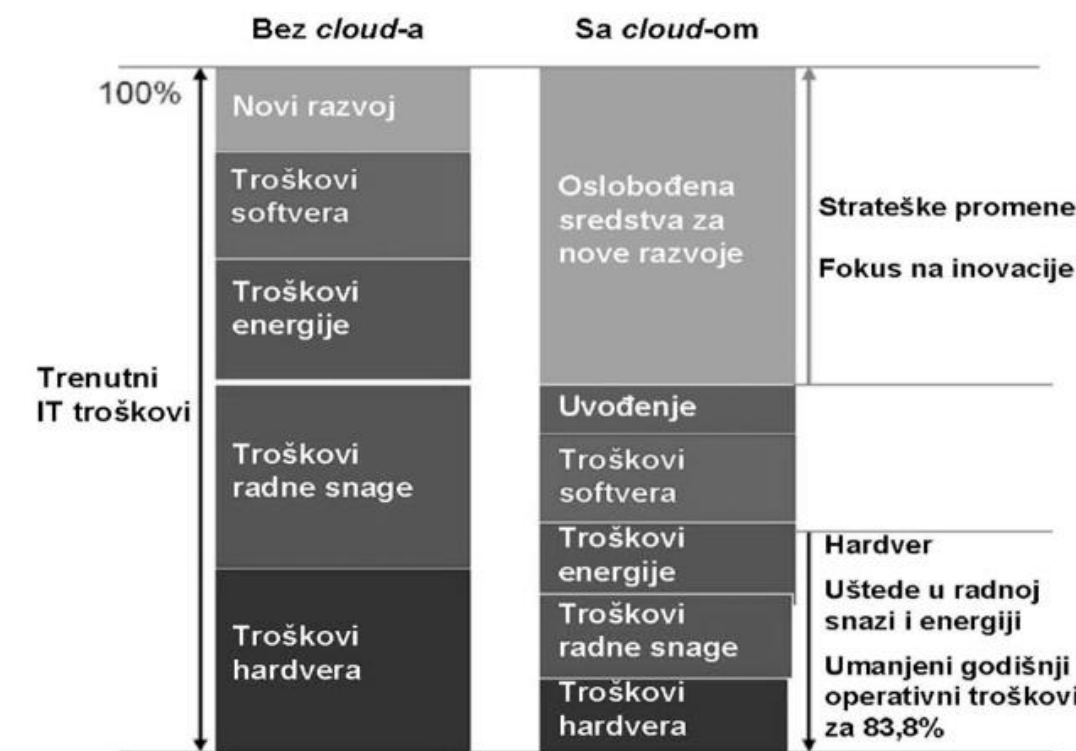
Користећи рачунарство у облаку могуће су и уштеде, јер се властити кадрови могу бавити основним послом, а већину усаглашавања и инсталације различитих хардверских и софтверских компонената, могуће је пребацити на спољне извођаче (*outsourcing*), којима је то основни посао и услуга за коју су специјализовани и компетентни.

Ако посматрамо класичне рачунске центре и коришћење рачунарства у облаку, можемо видети да су годишњи трошкови мањи приликом коришћења рачунарства у облаку. Коришћењем рачунарства у облаку ослобађају се одређена средства за нове развоје. Које се уштеде могу остварити уз коришћење рачунарства у облаку најбоље се може видети са слике 5.5.

За неке детаљније податке о услугама и ценама интересантним за економске анализе рачунарства у облаку, погледати неке од понуда даваоца комерцијалних услуга присутних и на тржишту Републике Србије:

- *Microsoft – Azure*;
- *Amazon – AWS-Amazon Web Services*;
- *Google – Google AppEngine*.

Amazon и *Microsoft* заснивају наплату коришћења рачунарства у облаку на укупном броју процесорских језгара у закупуљеним рачунарима. Заузети процесори у тим рачунарима, комплексност и искоришћеност тих апликација, не узимају се као параметри за обрачун крајње цене. Корисник закупуљује рачунар на одређено време, а *Amazon* и *Microsoft* му обрачунавају укупну количину процесорских језгара у закупуљеним рачунарима.



Слика 5.5. Трошкови коришћења рачунарства у облаку

(Извор: <http://www.ictbusiness.info/poslovnarjesenja/usporjedba-razlicitih-vrsta-arhitektura-u-oblaku>)

Google наплату рачунарства у облаку обрачунава на утрошеном времену рада процесора у закупљеним рачунарима. Мировање закупљеног процесора код *Google* се не наплаћује.

5. 2. 3. Предности и недостаци рачунарства у облаку

Пошто се у овом раду препоручује коришћење рачунарства у облаку у грађевинским предузећима, наводе се неке предности и неки недостаци њиховог коришћења (McKinsey & Company, 2018; Gartner, 2017; Deloitte, 2017).

Предности:

- Нижи трошкови за кориснике – корисник нема потребу да купује моћну и скупу опрему;
- Боље перформансе - локални рачунари не читавају програме или датотеке, па рачунари корисника и интерна мрежа постају пуно бржи, јер неће бити великог интерног промета;
- Мањи су трошкови за ИСТ инфраструктуру – уместо улагања у набавку додатних сервера, запослени у ИТ одељењу могу користити рачунарство у облаку за допуну и/или замену интерних (постојећих) рачунарских ресурса;
- Мањи су трошкови одржавања – трошкове одржавања и хардвера и софтвера сноси даваоц услуге рачунарства у облаку па је корисник такве услуге ослобођен трошкова одржавања;
- Нижи су трошкови софтвера - коришћењем рачунарства у облаку нестаје потреба за набавком софтвера за сваку радну станицу у грађевинском предузећу;
- Аутоматска ажурирања софтвера – корисник рачунарства у облаку не брине о ажурирању и надоградњи;

- Већа рачунска снага – може се користити моћ рачунарског облака и корисник више није ограничен на оно што поседује;
- Неограничени капацитет складиштења - облак нуди скоро неограничене капацитете складиштења, и уз малу доплату, по потреби се може проширити капацитет складиштења;
- Сигурност података је повећана – нема потребе за бригом око квара на хард диску или због хаварије у корисничким просторијама. Сви подаци се чувају у облаку;
- Приступ документима било где и било када – документа се чувају у облаку, па им можемо приступити са било ког места и у било ком тренутку, где нам је доступан интернет;
- Доступност најновије верзије – сваки документ биће приказан у најновијој верзији, а сав посао обавља даваоц услуге.

Недостаци:

- Потребна је интернет веза – није могуће радити у случају прекида интернет везе;
- Интернет веза мале брзине није препоручљива за комфоран рад;
- Приступ облаку је понекад спор - понекад долази до кашњења, јер је приступ веб-апликацијама спорији од приступа локалном софтверу на самој радној станици;
- Подаци у облаку можда нису безбедни - где се тачно у облаку налазе и да ли су заиста безбедни?
- Сви подаци су у облаку - подаци који су до сада били на локалној радној станици корисника сада се налазе у облаку.

5.3. Примена ГИС алата

Географски информациони системи (ГИС) обухватају (Huisman *et al.*, 2009) базе података, геометријске податке (географски елементи) и интеракцију између њих.

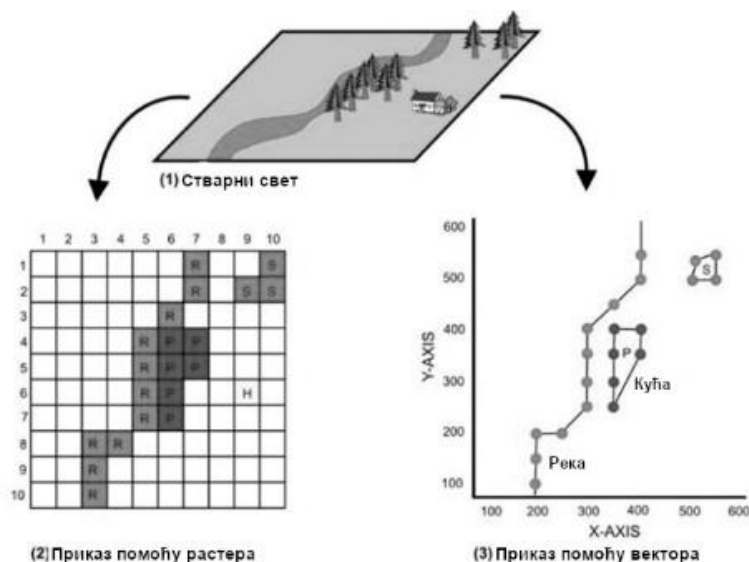
Нове информационо-комуникационе технологије сада повезују геопросторне податке са осталим неопходним врстама података и представљају их најчешће на картама.

ГИС се ефикасно може искористити за (Goodchild, 2009):

- Управљање просторним ресурсима;
- Аутоматизацију израде карата, планирање рута, и сл.;
- Интеграцију података;
- Просторно моделовање и сл.

ГИС користи (Huisman *et al.*, 2009) векторске, растерске и атрибутске податке, а објекте из стварног света представља тачком, линијом и полигоном. Како се објекти из стварног света могу представити ГИС алатом приказано је на слици 5.6.

ГИС су софтверски алати неопходни у свим областима планирања, пројектовања, управљања и анализе. ГИС представља један организовани скуп рачунарских алата, поступака и програма осмишљених да пруже могућност снимања, едитовања, руковања, управљања, анализе, моделовања и приказа информација са просторним компонентама, а све у циљу решавања комплексних проблема у управљању и планирању (Voetkelius *et al.*, 2008). Користе га: грађевински инжењери, електро и машински инжењери, архитекте, банкарски, економисти, новинари, геодетски инжењери, еколози, урбанисти и многи други.



Слика 5.6. Објекти из стварног света представљени у ГИС-у
(Извор: <https://sqlserverrider.wordpress.com/2013/10/22/geospatial-gis-file-formats/>)

Неки пословни људи виде свет као скуп информација о елементима продаје, потрошачима, транспортним комуникацијама, складиштима материјала и података, демографским показатељима и слично. За све то им је основа информација, све што може бити интерактивно и приказано на карти.

CAD алати које користе инжењери грађевине, електротехнике, машинства, или архитектуре да креирају одговарајуће цртеже, користе као основу ГИС базе података. Инжењерски и планерски проблеми који се једноставније решавају са ГИС софтвером су (Austin *et al.*, 2016):

- Анализа одређене локације;
- Надзор, праћење и анализа;
- Аутоматско креирање мапа;
- Процена квалитета неких материјала и слично.

У данашњем свету, успешно коришћење информатичких алата захтева максимум од оних који их користе. ГИС можемо користити за интеграцију картографије са великим бројем других просторних и непросторних података. При томе добијамо ефикасан систем потпуно прилагођен за те и велики број других послова. (Vanclooster and Maeyer, 2012). Коришћењем ГИС алата, на одређеној карти може се приказати велика количина надземних и подземних инсталација. Такве карте су веома значајан водич за планирање, за извођаче радова приликом припреме терена, а све са циљем да се избегну материјална штета и смање несрећни случајеви. Карта може бити допуњена и са одређеним слојевима, са саобраћајницама и осталим информацијама о постављеном типу подземних инсталација, које су величине или на којој дубини су постављене. Сви транспортни системи, а посебно путеви и железница, мостови и тунели, ваздушне и речне луке су углавном планирани помоћу ГИС-а. Јавни превоз у великом броју земаља у свету је пуно ефикаснији и квалитетнији захваљујући (Longley *et al.*, 2005) коришћењу и примени ГИС-а.

Путна инфраструктура за једну земљу представља најважнију и највећу инвестицију, без обзира на ком степену развоја се она налази. Изградња путева, превоз људи и материјалних добара, било да се ради о домаћем или међународном саобраћају, је један од најзначајнијих фактора конкурентске предности државе. ГИС при томе помаже да се уочи потпуна повезаност путне мреже, а то је веома значајан фактор у пројектовању и одржавању. Железничке компаније (Ebright-МакКеехан and Murtha, 2010) широм света су препознале ГИС као алат који

се ефикасно може користити у управљању информацијама које се односе на оперативност, одржавање, управљање и одлучивање. Основа за решавање неких транспортних, али и великог броја других просторних проблема је добро познавање конфигурације терена. Повезивање сензорских елемената дрона са ГИС алатима (Vacanasa *et al.*, 2015) обезбеђује велику количину неопходних података за пројектовање инфраструктуре и праћење великих инфраструктурних пројеката у грађевинским предузећима.

ГИС омогућава онима који га користе да креирају одговарајуће земљишне карте, а при томе користе алате за прикупљање и преузимање одређених података, као и за спровођење геодетских анализа. ГИС интегрише неопходне САД алате за спровођење задатака (Austin *et al.*, 2016) као што су:

- Димензионирање мреже путева или парцела;
- Уређивање геометрије;
- Друге значајне анализе и уређивање.

Помоћу одговарајућих мобилних ГИС алата и пакета, грађевински радници могу прикупљати потребне податке, анализирати их на лицу места, што ће сигурно повећати ефикасност. Неке развојне функције које постоје (Longley *et al.*, 2005), а могу се ефикасно извршавати уз употребу ГИС-а алата су:

- Припрема и анализа путних и урбанистичких планова, распоред саобраћајница и локација кућа, контрола коришћења земљишта, локација објеката;
- Демографске анализе приликом пројектовања насеља, те сагледавање смера развоја;
- Спровођење инспекције и издавање грађевинских дозвола, провера обрачуна за повластице, надзирање путева, достава грађевинског материјала, креирање извештаја;
- Пописни кругови за попис становништва;
- Подршка одређеним програмима и стратегијама развоја, као што је избор локација и места за објекте погодне за комерцијални и индустријски развој.



Слика 5.7. ГИС алати

Данас се земље суочавају са великим бројем проблема, који су најчешће повезани са трендом развоја друштва, карактеристичним за цело човечанство. Стална урбанизација, значајно повећање искоришћавања свих природних ресурса, раст броја становника,

нерационална и прекомерна потрошња воде, строжији еколошки критеријуми, загађење околине, стално поскупљење услуга - посебно одржавања инфраструктуре, непропорционална развијеност саобраћаја и пратеће саобраћајне инфраструктуре, недостатак простора за стамбену изградњу, јесу само неке од потешкоћа са којима су суочена скоро сва друштва.

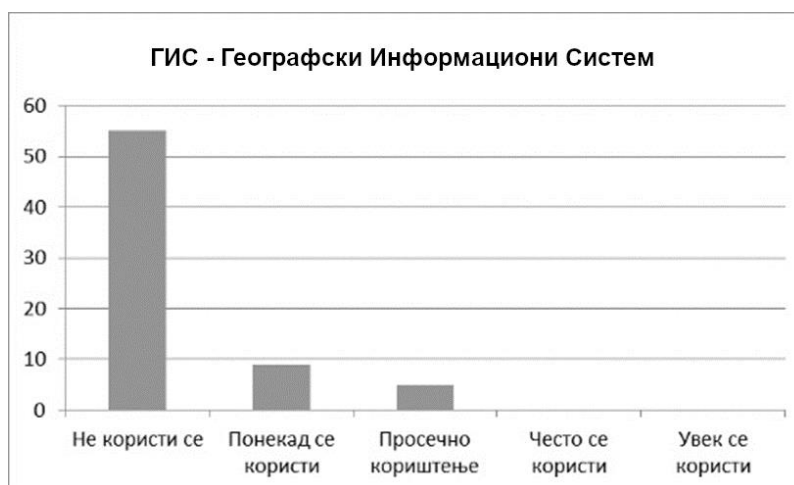
Велики број наведених проблема су проблеми који су везани за простор или су просторног карактера. Планирање, пројектовање и неопходне анализе развоја комуникационих система односе се најчешће на нека техничка знања и радно искуство пројектанта, који даје нека појединачна идејна решења базирана на одређеном стереотипу. Развојем информационо-комуникационих технологија и одређених САД алата омогућена је пуно бржа сарадња различитих тимова (Vansal, 2017). Инжењери који су обично радили са САД алатима и одређеним подацима, сада могу, захваљујући ГИС-у, видети како њихово „дело“ утиче на околину, на правна или физичка лица и њихове власничке односе према земљишту.

Руководства грађевинских предузећа су увидела да су им аутоматизовани информациони системи неопходни за ефикаснији вид пословања, почев од планирања и аутоматског картирања, до ефикаснијег рада и управљања. Интеграцијом свих послова и задатака уз употребу јединствене базе или складишта података, схватили су да је целокупна ефикасност и интегрисаност на пуно вишем нивоу (Li *et al.*, 2019).

Обезбедити функционалност свих делова система у реалном времену, те спремност да се реагује на одговарајући начин на сваку промену, је веома сложен и захтеван посао, а он може бити значајно олакшан ако се сви елементи система (путеви, водоводи, стубови, цевоводи) прате уз употребу базе података, складишта података, или просторне базе података коју представља ГИС.

Током 2018. аутор ове дисертације спровео је, као што је у претходним поглављима истакнуто, истраживање о употреби информациононих технологија у грађевинским предузећима Србије на циљаном узорку од 69 грађевинских предузећа. Једно од питања односило се на коришћење ГИС алата: „Оцените степен коришћења или примене следећих ИТ алата у Вашем предузећу: [GIS - Geographic Information Services]“. Анкетирани су могли да бирају један од понуђених одговора: Не користе се, Понекад се користе, Просечно коришћење, Често се користи, Увек се користи. Резултати су приказани на графикону 5.1.

Из графикана се може видети да скоро 80 % (55 од 69) грађевинских предузећа у Србији не користе ГИС алате, 13 % их понекад користи (9 од 69), 7 % анкетираних предузећа га просечно користи (5 од 69), а ниједно грађевинско предузеће у Србији га често или увек користи.



Графикон 5.1. Коришћење ГИС алата у грађевинским предузећима у Србији

Информациони модел ГИС-а дели податке по слојевима (Huisman and Rolf, 2009). Сваки од слојева представља само одређени тип објекта (мостови, путеви, стубови, мерни инструменти, цеви и слично). Подаци о сваком објекту се уписују у јединствену базу података, а укључују одговарајуће координате, што омогућава да рачунар представи објекте на правим местима.

Како доћи до таквих значајних података уз употребу дрoнова и ГИС алата приказано је на слици 5.8.



Слика 5.8. Како доћи до значајних података
(Извор: Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press (2015))

Како се коришћење ГИС-а све више ширило, почев од инжењерских пројектних сектора до диспечерских канцеларија и служби за развој и информисање, сви ови сектори су почели делити податке и информације. Руководећи кадар би веома брзо увидео да коришћење јединственог складишта података доводи до веома значајних побољшања.

Сектор за планирање, анализу и пројектовање, води и координира пословима изградње нове и унапређењем постојеће путне мреже. У подручјима где је стамбена градња у експанзији, планирање, анализирање и пројектовање потребне инфраструктуре може да постане узрок кашњења целокупног процеса. ГИС софтвер, уз коришћење складишта података, доноси аутоматизовано планирање, што снижава цене градње, а при томе убрзава развој, обезбеђује већи профит грађевинског предузећа који га користи (Austin *et al.*, 2016).

Користећи ГИС алате и одговарајуће информације које се освежавају у реалном времену, грађевински стручњаци добијају прилику да анализирају неку путну мрежу, а да при томе не напуштају радно место и рачунар. Цео систем може бити моделован и представљен у одговарајућем дигиталном облику, а то омогућава његову процену поузданости, или неког другог критеријума, значајног за анализу.

На основу постојећих веза између специфичних карти, података и информација, може се идентификовати и разумети оно што понекад није видљиво из дијаграма статичких карти. ГИС алат је веома користан, јер може квалитетно да опише модел одређене мреже путева и да интегрише и друге типове значајних података, као што су САД цртежи и растери (Austin *et al.*, 2016). ГИС алати искоришћени за приказ, анализу и селекцију просторних и непросторних података омогућавају одређеном кориснику да визуелно представи планирани рад, проблеме одржавања, неке наредне активности и прикупљене повратне информације.

Карактеристика ГИС алата и базе података (Huisman and Rolf, 2009) је да дају могућности праћења и претраживања мреже, а ефикасно могу бити коришћени и за анализу одређених услуга или особина везаних за различита дешавања.

6. ИНФОРМАЦИОНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ И НОВА ТЕХНОЛОШКА РЕШЕЊА

Неопходна дигитализација уз употребу нових технологија и помоћу њих обезбеђених нових знања и идеја, могу обезбедити промене у грађевинској индустрији. Добре идеје утемељене на најновијим сазнањима, поткрепљене подацима, информацијама и знањима заснованим на пословној интелигенцији могу обезбедити и нове инвестиције.

Аутоматизација процеса, ефикаснија размена знања између запослених, коришћење рачунарства у облаку и интернета ствари могу у грађевинском предузећу обезбедити већу продуктивности и раст профита.

Иако је сектор грађевинске индустрије спор када је реч о усвајању процесних и технолошких иновација, постоји и свеprisутни изазов када је реч о утврђивању основа за планирање, реализацију и праћење процеса изградње на самом градилишту. Индустрија још увек није сасвим прихватила нове дигиталне технологије које захтевају одређена улагања, чак иако то доноси значајну корист у перспективи дугорочног развоја грађевинских предузећа.

Ефикаснији и јефтинији рад у симбиози са новим технолошким решењима, доведиће до пораста животног стандарда запослених, а и друштва у целини. Ефикасном употребом нових технолошких решења и ефикасним дељењем знања обезбедиће се конкурентност грађевинске индустрије и бржи раст БДП, (слика 6.1.).



Слика 6.1. Ефекти инвестиција у нову технологију (IMF, Working Papers, 2003, No. 23)

6. 1. Технички изазови у грађевинској индустрији

Нажалост, грађевинска индустрија заостаје за другим гранама привреде и још увек је на релативно почетном стадијуму усвајања савремених информационих технологија (Shen and Chua, 2011). Алати информационих технологија (ИТ алати) се у грађевинској индустрији користе у циљу тачне и ефикасне обраде информација. Иако развој информационих

технологија (ИТ) грађевинској индустрији даје јак подстицај за повећање ефикасности и ефективности у размени информација (Chen and Kamara, 2008b), примена ИТ-а у прикупљању, обради и употреби информација није значајно порасла (Irizarry and Gill, 2009).

У грађевинској индустрији су трошкови за истраживање и развој знатно мањи него у осталим индустријама: мање од 1 % прихода, наспрам 3,5 до 4,5 % прихода у ауто и авио индустрији. Ово важи и за трошкове увођења информационих технологија, који су мањи од 1% прихода из пословања грађевинског предузећа, иако је развијено неколико нових софтверских решења за грађевинску индустрију (Gless *et al.*, 2017).

Технички изазови типични за сектор грађевине значајно утичу на иначе спори темпо дигитализације. Развијање потребних софтверских решења за различите секторе у оквиру предузећа, који непосредно не учествују у извођењу грађевинских радова, и паралелна координација са свим градилиштима која су географски расута, понекад и на врло неприступачном терену, није тако лак задатак.

Истраживања о употреби софтверских алата у грађевинској индустрији (Jakobson i Linderot, 2012; Linderot i Jakobson, 2008; Molnar *et al.*, 2007) потврђују да велика грађевинска предузећа, у великој мери, користе ИТ алате како би координирала и управљала разменом информација унутар предузећа. Међутим, најзначајнија корист употребе ИТ алата је способност праћења и контроле пројеката од стране највишег менаџмента. Прикупљање, обрада и коришћење информација на самом градилишту је од суштинске важности, јер је то основни елемент успешног пројектног менаџмента. (Tsai, 2009).

Свакако, ова докторска дисертација показује да још увек није направљен функционални и примењиви систем колаборације на једном градилишту, а судећи по томе да су грађевински пројекти у Србији све сложенији и све већи, то ће бити посебан изазов. Растући тренд и захтеви за очувањем животне средине у току изградње, доносе нове изазове и сигурно ће променити традиционалну праксу у извођењу грађевинских радова нискоградње. Поред свега наведеног, уочљив је велики недостатак веште радне снаге и грађевинског кадра за надзирање грађевинских радова, и овај тренд ће се само погоршавати. Ово су све озбиљни проблеми који захтевају промену и у начину размишљања и у начину рада. Традиционално, сектор грађевине је настојао да сву пажњу усмери ка постепеном побољшању у изградњи, делом због уверења већине да је сваки грађевински пројекат јединствен, да није могуће развијати нове идеје и да увођење нових технологија није практично.

У складу с тим, софтверска решења за грађевинска предузећа, која у себи садрже елементе као што су планирање, процена трошкова и израда буџета за пројекте, праћење трошкова и утрошак ресурса, могу се посматрати као средство за трајно организовање у циљу праћења и контроле пројеката (Linderot i Jacobsson, 2008). Међутим, ИТ-алати који подржавају процес производње су веома ретки. Ово би се могло објаснити непостојањем повратне информације о стварним трошковима пројеката, па самим тим постоји ограничен опсег релевантних података, који би били искоришћени за евалуацију изведених грађевинских радова, на основу чега би се израчунавала вредност нових пројеката. Због тога не долази до размене знања и искустава. У пракси се трошкови изградње често исказују под „разни“ трошкови, што отежава темељно праћење и исправну евалуацију. Позадина овог недостатка је недовољна искоришћеност ИТ-алата у овој области. Процена користи и продуктивности употребе ИТ-алата у грађевинској индустрији у односу на грађевинске пројекте, није лака (Sulankivi, 2004).

Неколико најпознатијих светских консултантских компанија: Deloitte, McKinsey, Accenture, EY, KPMG, прате трендове, развој нових технологија и предлажу већи број иновација које се могу применити у грађевинском сектору, а које се већ примењују у другим

индустријама, као практичне и релевантне, и све у циљу побољшања резултата пословања грађевинских предузећа. Овде ћемо поменути само пет, за које сматрамо да могу пружити највећи допринос за унапређење модела информационог система који се у докторској дисертацији предлаже.

I Прецизније снимање терена и одређивање геолокације

Изненађења у погледу геологије земљишта су главни разлог зашто се време реализације пројеката продужава и прекорачује вредност грађевинских радова дефинисаних уговором. Неслагања између затеченог стања на терену и процене на основу прегледа терена у процесу пројектовања, могу проузроковати скупе измене у обиму и дизајну пројекта, и то најчешће у последњем тренутку. Нове технике које обухватају фотографије високе дефиниције, 3Д ласерско скенирање и географске информационе системе (ГИС), могу значајно побољшати тачност и брзину при изради пројеката, а примена ових технологија је омогућена услед убрзаног развоја беспилотних летелица и дрона.

Узмимо као пример фотограметрију, која омогућава најпрецизније и најквалитетније фотографије терена у области где се планира изградња, али је за сада потребно значајно време за конверзију ових фотографија у одговарајући формат погодан за обраду и анализу. ЛИДАР технологија је много бржа од уобичајених конвенционалних технологија за мерење и премеравање, и омогућује 3Д слике високог квалитета, које се могу интегрисати са софтверским алатима за планирање пројеката, као што је, рецимо, БИМ (Wang, *et al.*, 2014).

Када се ЛИДАР употребљава заједно са георадаром, магнетометрима и другом опремом, систем може произвести 3Д слике терена, које обухватају и геолошку структуру земљишта на коме ће бити извођени радови, а не само приказ рељефа. Ово је нарочито важно код неприступачних и удаљених терена, где је неопходно смањити потенцијалне негативне утицаје на очување животне средине.

Ове напредне технике испитивања су употпуњене ГИС-ом, који омогућава преклапање мапа, слика, раздаљина и GPS позиција (Cowen *et al.*, 2000). Све ове информације се могу отпремити у друге системе за аналитику и визуализацију, који се користе приликом планирања и реализације пројеката.

Камере високе резолуције су мале и довољно лагане да би се учврстиле на стандардне индустријске дроне; ово је и брже и јефтиније него коришћење камера на хеликоптерима за премеравање из ваздуха. ЛИДАР мапе су доступне свима, без обавезе плаћање накнаде за њихово коришћење.

II Нова генерација 5Д БИМ-а

Грађевинска индустрија тек треба да усвоји интегрисану платформу која обухвата планирање пројеката, пројектовање, изградњу, експлоатацију изграђеног објекта и његово одржавање. Уместо тога, индустрија се и даље ослања на прилагођене (*customize*) софтвере који су рађени по наруџбини. Поврх тога, пројектанти и извођачи радова често користе различите платформе, које се у већини случајева не подударују. Као резултат свега тога, не постоји интегрални систем који би омогућио да се дизајн пројекта, трошкови и динамика градње сагледају у реалном времену и у целини.

5Д БИМ новије генерације је петодимензионални приказ физичких и функционалних карактеристика било ког грађевинског пројекта у високоградњи. Садржи уговорену цену и динамику пројекта, као и стандардне параметре просторног дизајна у 3Д технологији. Садржи и детаље, као што су геометрија објекта, различите спецификације; естетичке, термалне и акустичке параметре. Такође, омогућава инвеститору и извођачу радова идентификацију,

анализу и чување података који могу да утичу на промену цене и динамике изградње пројекта. Визуелна и интуитивна природа 5Д БИМ-а, пружа извођачу радова јединствену шансу да раније уочи ризике и да, сходно томе, донесе одговарајуће одлуке. На пример, пројектанти могу да визуализују и процене утицај предложене промене у пројекту, на цену и динамику пројекта.

Истраживање (SmartMarket Report, 2017) је показало да је 65 % грађевинских предузећа за изградњу путне инфраструктуре који су усвојили примену БИМ технологије приметило позитиван принос на улагање (РОИ). Такође, уочили су и смањење времена потребног за пројектовање и значајну уштеду на припреми документације и трошењу пратећег материјала. Узимајући у обзир овакве погодности, владе Британије, Финске, Сингапура, Холандије и многе друге, издале су директиву за обавезно коришћење БИМ технологије за пројекте државне инфраструктуре (Smith, 2014).

Употреба 5Д БИМ технологије биће допуњена са технологијом проширене стварности путем преносивих уређаја. На пример, преносиви, самостални уређаји, са провидним, холографским екраном и унапређеним сензорима могу да обележе физичко окружење.

Комбиновање 5Д БИМ технологије и технологије проширене стварности, трансформисаће изградњу, одржавање и коришћење објеката (зграда, мост, аутопут). Пројектанти и извођачи радова треба да почну са коришћењем БИМ технологије од самог почетка, тј. од фазе дизајна, како би корист од технологије била максимална, а сви учесници у пројекту морају усвојити стандардизоване формате дизајна и прикупљања података, компатибилне са БИМ технологијом. Уз све то, пројектанти и извођачи радова, морају одредити и уложити средства у имплементацију БИМ система и изградњу организационих способности, потребних за употребу БИМ технологије.

III Дигитализација процеса рада и мобилност

Дигитализација процеса рада подразумева пут напуштања чувања података на папиру, и кретање у смеру умреженог система, који ће пружити дељење информација у реалном времену, да би се осигурала транспарентност и међусобна сарадња, благовремене одлуке и процена ризика, контрола квалитета, а све то би, временом, донело боље и поузданије резултате.

Један од многих разлога због којих грађевинска индустрија има слабу продуктивност је тај, што се још увек ослања на податке који се бележе и чувају на папиру (Hore and West, 2005), када је реч о управљању процесима и предметима испоруке, као што су грађевински цртежи, скице, налози за набавке, евидентирање опреме, дневни извештаји о реализацији, евиденције о радницима на градилишту, радни налози, превознице, утрошак материјала и сл. Због недостатка дигитализације, проток информација је успорен и несинхронизован, па информације углавном касне или не стигну до корисника. Стога, инвеститор и извођач радова често, у току изградње, имају различито поимање стања изведених грађевинских радова на пројекту. Употреба папира успорава и отежава прикупљање и анализу података, јер то може бити од великог значаја у процесу набавке и уговарања, када анализа историјских података о претходним грађевинским радовима може да доведе до бољег исхода и до бољег управљања ризиком. На крају, праћење папирне документације једноставно одузима превише времена на самом градилишту.

Дигитализовани процес рада има значајних предности. Као пример, можемо навести пројекат изградње тунела у Америци, у који је било укључено више од 600 подизвођача, где је главни извођач радова развио јединствену софтверску платформу за подношења понуда, учешће на тендеру и за праћење права и обавеза у потписаним уговорима са подизвођачима.

Овакав начин управљања пројектом, омогућио је менаџменту пројекта да уштеди време проведено на састанцима за 20 сати недељно, да смањи време потребно за подношење извештаја за 75 % и убрза достављање документације за 90 % (Woetzel *et al.*, 2017b). У другом случају, на пројекту изградње железнице који је коштао 5 милијарди долара, употребом аутоматизованог процеса рада за преглед документације и одобравања активности на основу тих прегледа, главни извођач је, кроз повећање продуктивности, успео да уштеди преко 110 милиона долара (Woetzel *et al.*, 2017b).

Мобилност и тачна информисаност радника и техничког особља на градилишту такође има значајни ефекат на укупну продуктивност. Менаџери и њихови тимови задужени за планирање, који су углавном смештени у централи компаније, и инжењери и техничари задужени за процес изградње, који су стално на градилишту, одувек су имали проблема да поделе и анализирају информације о напретку грађевинских радова у реалном времену.

Доступност јефтиног повезивања путем мобилних телефона, али и таблета и осталих приручних уређаја, прокрчила је пут новијој генерацији мобилних апликација. Ове апликације су засноване на технологији рачунарства у облаку, доприносе мобилности теренског особља, могу се користити и на најудаљенијим градилиштима, уз ажурирање података у реалном времену, а доступне су сваком учеснику у извођењу радова. Међутим, још увек, мање од 30% грађевинских предузећа користи мобилне уређаје за праћење грађевинских пројеката на терену (Construction technology, 2018).

Заправо, овај сегмент који се тиче дигитализоване сарадње и мобилних решења, привукао је приближно 60% целокупног улагања новчаних средстава у развој ИКТ-а у грађевинском сектору (Construction technology, 2018). Већ постоје апликације намењене таблетима и „паметним” телефонима, које омогућавају тренутни пренос сваке појединачне промене у нацртима и плановима особљу које се налази на терену, те се оваквим решењем може сачувати оригинална документација, уз аутоматску контролу сваке промене и приступа путем технологије рачунарства у облаку.

Ако крајњи корисници оваквих апликација, попут менаџера пројекта, инжењера, техничара, подизвођача, добављача грађевинског материјала и осталих учесника у процесу изградње, препознају корист за себе, а онда и за цео пројекат у целини, може доћи до значајне промене целокупног пословања грађевинских предузећа. То се односи на: управљање радном снагом, механизацијом, ланцем снабдевања; отпремање грађевинског материјала; промену у издавању налога од стране инвеститора; праћење потрошње материјала и времена утрошеног за рад; планирање и мерење продуктивности; пријављивање инцидентних и непредвиђених ситуација, и сл.

IV *Internet of Things* и напредна аналитика

Истовремено праћење броја ангажованих радника на градилишту, присутне опреме и механизације за изградњу, довоза потребног материјала и праћење реализације, представља све већи проблем у припреми разних извештаја и података за менаџмент пројекта, и за менаџмент грађевинског предузећа. У току дана се производи велика количина података, од којих већина није забележена, а још мање измерена и обрађена.

Internet of Things (ИоТ) је постао саставни део пословних процеса у многим секторима индустрије, па тако сензори и бежична технологија омогућавају да опрема и средства за производњу постану „интелигентни”, тако што их међусобно повезују. ИоТ, примењен на градилишту, омогућио би грађевинској механизацији и опреми, транспортним средствима, материјалима, радницима, да комуницирају са централизованом платформом за податке, а све у циљу евидентирања параметара који су критични за ефективно и ефикасно одвијање

грађевинских активности у процесу изградње. Сензори, NFC (*Near Field Communication*) уређаји и друга технолошка достигнућа могу да помогну у праћењу продуктивности и поузданости како особља, тако и средстава. Има неколико начина за потенцијалну примену наведених технологија.

Једна од најпопуларнијих форми NFC технологије је радио-фреквентна идентификација (RFID). Она се увелико користи у логистици, малопродаји и производњи, зарад прикупљања прецизних информација о производу, месту, времену и трансакцијама (Djassemi and Singh, 2005). Од деведесетих година прошлог века, RFID почиње да се користи у грађевини, за апликације као што су праћење материјала и опреме и за аутоматизацију попуњавања карнета радника на градилишту (Valero *et al.*, 2015).

NFC технологија све више напредује. Ускоро ће тагови садржати информације о спецификацијама, датумима, дефектима, продавцима и произвођачима оригиналне опреме, податке о одржавању, радне параметре, и друге податке. Цена RFID опреме, укључујући скенере, пријемнике, тагове, опада и сваким даном расте број нових апликација.

Поред свих ових предности које IoT пружа, све већа употреба дигитализације у процесу планирања изградње и у процесу градње на самом градилишту, омогућава фирмама евидентирање оних података који, иначе, не би могли бити забележени у случају коришћења папирне документације за бележење података. Знање стечено путем усвајања и коришћења напредне аналитике у грађевинским пројектима може побољшати ефикасност, динамику радова и управљање ризицима (Damnjanovic and Rheinschmidt, 2020).

Напредна аналитика употребљена на великом инфраструктурном пројекту у Лондону, помогла је да се уштеди време и новац, у процесу сарадње менаџера пројекта са компанијом за анализу података, када је развијен адаптиван веб систем за праћење и мерење дефинисаних параметара пројекта (Construction technology, 2018). Систем је прикупљао податке са теренских сензора, податке о напредовању радова и кретању радника и машина. Статистичка анализа заснована на овим подацима помогла је менаџерским тимовима да открију неисправности и идентификују потенцијалне ризике, што су критичне информације за густо насељен град као што је Лондон.

V Рачунарство у облаку

Брзи развој информационих технологија и појава мобилних уређаја (таблета и паметних телефона) и апликација, трансформисали су начин на који људи добијају, користе и чувају информације. Поред тога, све веће коришћење бежичних мрежа пружа нове могућности и потребну инфраструктуру, како би појединци и предузећа могли ефикасније да искористе нове ИТ ресурсе. Невероватна брзина ширења информација на интернету, приморава организације да у таквим условима, морају да одговоре изазову на начин да поседују довољно капацитета и компетенција за рачунарство засновано на пружању услуга. Те услуге укључују виртуалну, динамички скалабилну брзину и снагу рачунара, складишта података, софтверске платформе и друге услуге које се могу пружити на захтев корисницима путем интернета (Foster *et al.*, 2008).

Последњих година, „Рачунарство у облаку“ (Cloud Computing) појавило се као практично и поуздано иновативно решење за трансформисање традиционалне серверске инфраструктуре у динамично окружење „како би се омогућио одговарајући мрежни приступ, на захтев, дељеном скупу конфигурабилних рачунарских ресурса (нпр. мреже, сервери, складишта података, услуге и апликације) који се брзо могу обезбедити и којима се лако може приступити уз минималан напор управљања тим ресурсима и/или са минималном интеракцијом са добављачем услуга“ (Pardeshi, 2014).

Термин „облак“ користи се често као метафора за удаљена окружења (нпр. интернет), што је илустровано сликама налик облаку које треба да прикажу сложеност структуре која представља скуп сервера, који пружају различите услуге путем интернет везе. Разумевање начина пружања услуга рачунарства у облаку могло би да пружи бољи увид у оно што представља нова парадигма. Генерално, услуге рачунарства у облаку су подељене у три главне категорије: Софтвер као услуга (Саас), Платформа као услуга (Паас) и Инфраструктура као услуга (Иаас). Интернет веза је главни услов за постојање ове три услуге. Саас пружа услуге (тј. апликације се налазе у облаку) првенствено за крајње кориснике који могу да приступе апликацијама хостованим на серверима компанија. Иаас (такође се назива услужно рачунарство) пружа услуге (нпр. Инстанце виртуелних машина, складиштење и обраду података) за системске администраторе који путем мреже могу да добију стандардну обраду и складиштење података, управљање базама података и друге апликације. Паас пружа услуге (нпр. Услуге веб хостинга и хостинга података) углавном за програмере који могу да дизајнирају, израђују и тестирају апликације у оквиру инфраструктуре у облаку, а затим их са сервера испоручују крајњим корисницима.

Истраживање које је спровела *Software Connect* компанија, показује да су грађевинска предузећа спремна да користе рачунарство у облаку (софтвер у облаку). У односу на друге индустрије, грађевинска индустрија је спремна чак за 5 % више у односу на друге индустрије да пребаци пословање у облак. Као разлог се наводи теренски рад и потреба за мобилним технологијама. Да се њихово пословање барем „понекад“ ослања на мобилне апликације потврдило је 58 % испитаника (Budiac, 2018).

Најчешће је потребно обезбедити податке о дневним извештајима са терена, податке о изведеним радовима, о подизвођачима, управљању документима, извештајима о трошковима и дневном распореду (Eastman *et al.*, 2008).

6. 2. Нова индустријска политика Србије

Ако пратимо процес индустријализације у Србији, можемо видети да га прате бројне слабости. Основно ограничење је у томе да се индустрија развијала и развија у оквирима масовне, радно значајне производње, засноване на копирању страних технологија (пре свега, куповином лиценци и увозом стране опреме). Улога политичке елите је доминантна у њеном организовању, усмеравању и развоју. Последице таквог приступа се осећају и до данас, а оне су (Службени гласник РС, бр.55/2011):

- 1) сиромашна акумулирана искуства из најбоље индустријске праксе, углавном, због толерисања нерационалности употребе ресурса;
- 2) дубоко укоренења навика (претежно у руководећим структурама) на високу и унутрашњу и спољну заштиту и неконкурентну ефикасност;
- 3) вредносни систем и социјални односи, који блокирају директно стварање и коришћење нових пословних, а посебно технолошких иновација.

Тржиште није слало сигнале, који би указивали учесницима у индустријском систему одговор на значајно питање: шта, када, како и под којим условима нешто треба производити, а да то буде конкурентно? Неки сигнали су бојаљливо долазили од стране понуде, а и тада се углавном нудило оно шта се може произвести без размишљања о новим технолошким иновацијама и њиховим могућностима (Јакопин, 2011).

Нови индустријски развој мора бити фокусиран на процес сталног спровођења реформи (Службени гласник РС, бр.55/2011), те на креирање окружења у коме сви они који су учесници

у том процесу (приватна предузећа, јавни сектор и синдикати) ефикасно сарађују, те стварају неопходна партнерства, а то ће им обезбедити да могу решавати све своје проблеме и добити одговоре на све изазове са којима ће се суочити (Службени гласник РС, бр.55/2011):

1. Политика развоја индустрије мора бити проактивна и оријентисана ка извозној конкурентности индустријских производа и услуга са високом додатом вредношћу, заснованој на знању, иновацијама, истраживању и развоју;
2. Индустријски раст и развој морају бити динамичан и одржив процес и треба да обезбеде бољи стандард грађана, смањење незапослености и сиромаштва;
3. Производи морају имати већу додатну вредност како би захваљујући квалитету и повољној цени пронашли своје место на светском тржишту, што је и неопходан предуслов за развој сваке земље.

Може се поставити питање зашто неке земље буду успешније од других земаља, у достизању овог циља. Иако поједине земље имају веома сличне услове у доменима макроекономске стабилности, регулаторног оквира, отворености тржишта и слично, неке постижу одличне ефекте тако што преусмеравају своју производњу на производе који имају већу додатну вредност, док друге земље заостају у томе, и од својих конкурената су мање развијене. Иако се често полази од претпоставки и мишљења да успех искључиво зависи од могућности и капацитета предузећа, те услова који преовладавају на тржишту, у последње време доминира мишљење да највећи део одговорности, посебно у неразвијеним земљама, а понекад и у развијенијим, по питањима брзине технолошког раста, пада на терет административног апарата државе и њених институција. Мора се поседовати знање и способност за проналажење правих решења која могу допринети бржем развоју индустрије, побољшати је, и обезбедити њен опстанак у све захтевнијем окружењу. Све то мора бити усклађено са прописима који важе у међународној трговини, при чему се никада не сме занемарити улога и значај тржишта, као и конкурентност привреде.

Привлачење већег броја страних инвеститора и већег обима страних инвестиција захтева ефикаснију и отворенију привреду, те здрав тржишни и финансијски амбијент. То ће погодовати већим страним улагањима, покретању домаће индустрије и отварању већег броја малих и средњих предузећа, која би требала преузети одговарајућу радну снагу из нефункционалних и нерентабилних предузећа (Службени гласник РС, бр.55/2011). Стране инвестиције захтевају и ефикасније спровођење комплетне развојне политике и то без уплитања бирократије, а и без спорих административних процедура и одуговлачења приликом регистрације, запошљавања, извоза, остварења профита, обезбеђивање неопходне правне заштите и томе слично. Једна од претпоставки је и постојање одговарајуће правне регулативе по угледу на најбоље светске праксе из права, те пуно ефикаснији финансијски систем. Држава треба пуно више да подстиче, стимулише и помаже све промене које доводе до побољшања производне основе и стварне конкурентности извоза (Јакопин, 2011).

Да би се обезбедило јачање конкурентске способности индустрије, неопходно је спровођење свих транзиционих и реформских процеса који су у функцији активирања развојног потенцијала земље (људских, материјалних и природних) и њеног образовног система (Службени гласник РС, бр.55/2011):

- 1) Реформу образовног система треба спровести у складу са потребама привреде;
- 2) Мора се обезбедити активна и динамична сарадња науке и научних институција са индустријом;
- 3) Мора се подстицати иновативност и одређена истраживања;
- 4) Индустријски системи морају се ослањати на сопствене ресурсе, знање и иновације како би се у потпуности искористиле одређене конкурентске предности;

- 5) Треба осигурати развој регионалних индустријских центара и регионалне пословне инфраструктуре;
- 6) Индустријска политика мора бити повезана и са свим другим кључним политикама које су илустративно приказане слици 6.2.



Слика 6.2. Индустријске и средње политике (Службени гласник РС, бр. 55/2011)

6.3. Електронске комуникације

Електронске комуникације чине основ за ефикаснију и бржу размену података и информација, и у овом докторском раду даћемо само неке основне показатеље о њеном развоју у Републици Србији.

Развој електронских комуникација представља један од малог броја трендова, који се могу похвалити да су успели да остваре позитивне резултате развоја у Србији, упркос економској кризи. Документ: „Стратегија развоја електронских комуникација у Републици Србији од 2010. до 2020. године“ (Службени гласник РС, бр.68/2010) има велики стратешки значај и треба да дефинише основне правце и постави циљеве успешног развоја дигиталних комуникација у Републици Србији. Она представља скуп неопходних мера које ће Републици Србији обезбедити повољнију позицију у глобалној економији. Сматра се да заједно са „Стратегијом развоја информационог друштва у Републици Србији од 2010. до 2020. године“ (Службени гласник РС, бр.51/2010), ова стратегија представља „Дигиталну агенду за Републику Србију“. Анализе које се спроводе показују да су електронске комуникације саставни део свих сектора привреде и један од основних фактора не само економског, већ и друштвеног развоја.

Према истраживању OECD пораст улагања у област електронских комуникација за 8%, условљава раст бруто друштвеног производа за 1 %, (Reynolds, 2009), а на основу истраживања Светске банке (Qiang *et al.*, 2009) повећање пенетрације широкопојасних прикључака за 10% обезбеђује раст бруто друштвеног производа од 1,38% у земљама у развоју, односно 1,21% у развијеним земљама.

Донета „Стратегија развоја електронских комуникација“ има за циљ неопходност идентификације постојећег стања и треба да укаже на све могуће препреке и предности развоја електронских комуникација. Стратегија поставља основни оквир за значајније унапређење мобилних и електронских комуникација, те предлаже одређене мере и активности које се морају предузети да би се остварили зацртани „Циљеви политике развоја електронских комуникација до 2020. године“. У Стратегији је дат пресек тренутног стања електронских комуникација, инфраструктуре, макроекономске ситуације, те куповне моћи становништва. Представља оквир за дефинисање јасне и транспарентне политике у области електронских комуникација, која ће обезбедити конкурентност на тржишту и већи број сервиса који се могу понудити крајњем кориснику, а самим тим и за повећање обима улагања у развој инфраструктуре и производње у области електронских комуникација.

6. 4. Систем за надзор и оптимизацију возног парка

У овој дисертацији наводи се само један систем за надзор и оптимизацију возног парка, а то је *Fleet Management Solutions-FMS* (www.fms.co.rs). Он омогућава сателитско праћење машина и возила, тренутну локацију и брзину кретања у реалном времену, потрошњу горива, комплетну евиденцију машинског и возног парка (евиденције и нотификације за истек регистрације возила, редовни и ванредни сервиси возила, противпожарних апарата у возилима) и још много интересантних и неопходних података за лакше управљање возним парком.

Поред наведених функција које се односе на управљање и контролу машинског и возног парка, систем *FMS* пружа и могућност спречавања крађе возила у случају коришћења разних врста ометача, као и блокаде мотора у случају крађе машине или возила. Могу се истаћи и следеће његове функције:

- Потпуна контрола над возним парком 24/7;
- Брзина кретања машине или возила;
- Смер кретања;
- Историја путовања/кретања;
- Детаљан преглед индивидуалних вожњи (анимација путовања);
- Прекорачење брзине;
- Тренутно стање мотора (упаљен, угашен);
- Напон акумулатора;
- Адреса локације возила са надморском висином;
- Потрошња горива по норми (математички прорачун лето/зима);
- Температура уређаја;
- Сервисни интервали и подсетници за исте;
- Трошковници сервиса на возилу (редовни, ванредни и др.);
- Радни сати мотора (у покрету и мировању);
- Задржавање на локацијама (паркирање или заустављање);
- Пређена километража;
- Софистициран систем извештаја, прилагодљив потребама корисника;
- Време задржавања;
- Путни налози;

- Систем праћења и обавештења за специфичне догађаје (онлине/десктоп, емаил, СМС);
- Отварање резервоара;
- Интеграције са другим пословним решењима;
- Идентификација возача;
- Евалуација квалитета вожње;
- Спречавање неовлашћеног укључења машине;
- Даљинско гашење мотора (против крађе);
- Детекција ометања сигнала и блокаде мотора по детекцији ометања;
- Ниво горива у реалном времену;
- Обртаји мотора;
- Оптерећење осовина;
- Оптерећење папучице за гас;
- Укупна потрошња горива у реалном времену;
- Тренутна потрошња горива у реалном времену;
- Тахограф подаци (километража, тренутна активност возача, време непрекидне вожње);
- Укупни радни сати возила (од датума производње);
- Температура хладњака и слично.

Овом систему се може приступити путем интернета 24 сата на дан, преко свих водећих платформи (*Web, iOS, Android*).

6. 5. Сензори

Сензори су уређаји (Шекара, 2017) који претварају неке улазне, најчешће, аналогне сигнале у излазне, најчешће, дигиталне сигнале који су дигитално читљиви. Они функционишу тако што примају сигнале, на пример о температури, брзини, влажности, оптерећењу машине и слично, и претварају те сигнале у облик који се може лако читати и разумети. Сензор се може посматрати и као претварач једног облика енергије у други. Он је део већег система у који је могуће укључити и детекторе, уређаје за сигнализацију, дроне, процесоре, регистраторе података, меморијске уређаје и слично. Сам сензор може бити смештен унутар или изван одређеног уређаја. Може се поставити на различита места да прати спољне ефекте и информише систем о променама у спољашњем окружењу, а он може бити и унутар неког уређаја да би надзирао стање у њему. Сензор је увек део неког система за прикупљање података, а као такав може бити и део већег контролног система.

Основни делови сензора су (Шекара, 2017):

- Сензорски елементи;
- Компоненте за обраду сигнала;
- Аналогно-дигитални претварач.

Све више су у употреби тзв. паметни сензори (смарт сензори) (Kirianaki *et al.*, 2001) којима је додато комуникационо окружење и јединица за анализу података, а повезује се са контролером у циљу обављања додатних функција.

Паметни сензори могу извршавати једну или више следећих операција:

- Конверзију података;
- Двосмерну комуникацију;

- Извршавање логичких операција.

Преузети сигнал (податак) сензор прослеђује микропроцесору који га обрађује и прослеђује информативни излаз спољном кориснику. Са појавом микропроцесорске технологије јавио се и захтев да сензори поседују дигитални излаз (Kirianaki *et al.*, 2001) да би се лакше могао повезати и да би се обезбедила лакша читљивост без надзора, мерења и контроле. Преузети аналогни сигнали се морају појачати и конвертовати у дигитални формат пре него што се подаци испоруче процесном контролеру.

6. 6. Интернет ствари

Интернет ствари (*Internet of things* - ИоТ) је нови концепт који се све више користи у грађевинским предузећима у развијеним земљама света (Niu *et al.*, 2019). Сматрамо да је то концепт који долази и који би грађевинска предузећа у Србији требала да почну користити и због тога им се у овом раду посвећује одређена пажња и даје на значају.

Интернет ствари је технологија (Gubbia *et al.*, 2013) повезивања различитих уређаја путем интернета. Спајање уређаја је бежично, обезбеђује нове опције за међусобне интеракције, и то не само између система који су различити, а нуди и нове могућности њиховог праћења и контроле. Први пут је термин „интернет ствари“ употребљен 1999. године (Krampr *et al.*, 2013).

У свом раду (Ashton, 2009), аутор наводи следећу процену: „Сада рачунари, а самим тим и интернет, зависе у потпуности од својих корисника и њихових потреба за одређеним информацијама“. Скоро свих 50 петабајта података доступних на интернету је генерисано и складиштено од стране људи – скенирање баркода, уношење текста, обрада и снимање дигиталних фотографија, снимање видео записа, и сл. Проблем код људи је што њихова пажња кратко траје и нису довољно прецизни, па самим тим и нису добри у трајном чувању података и информација у стварном свету. Нове идеје и нове информације су веома важне, али ствари су понекад пуно битније. Данашње информационо-комуникационе технологије значајно зависе од одређених података, које су створили људи. ИоТ има потенцијал да промени свет, баш као и интернет. Можда чак и више.

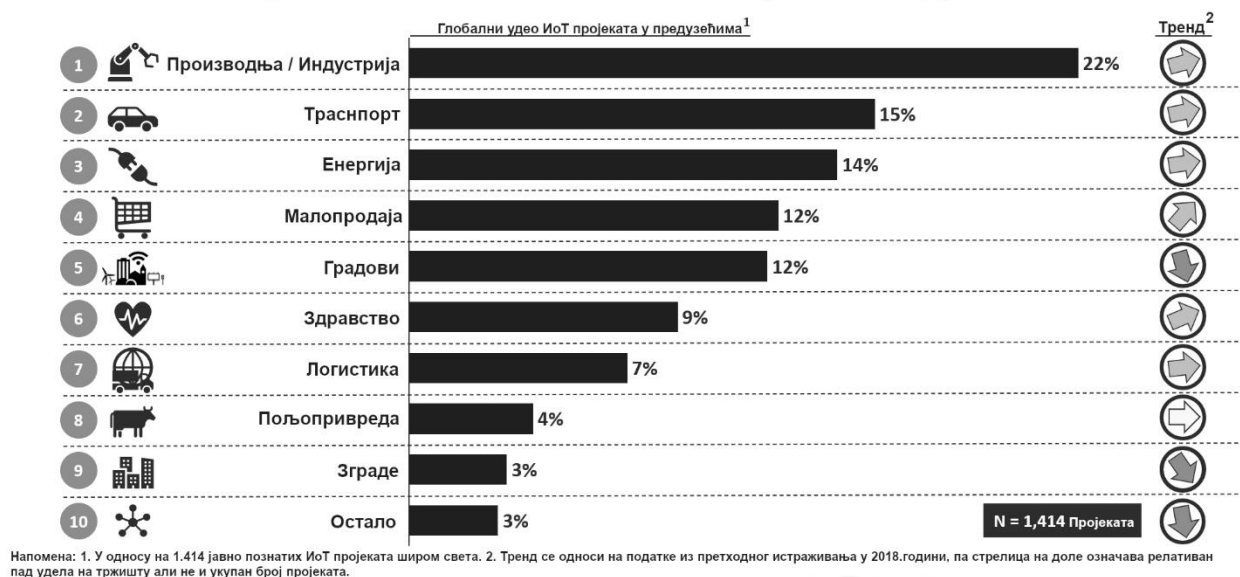
ИоТ омогућава интеграцију великог броја уређаја у које су уграђени одговарајући сензори који самостално комуницирају једни са другима, те са разним апликацијама (Zhang, 2011). Могу бити три врсте комуникације (Kranz, 2016):

- комуникација ствари и људи;
- комуникација међу стварима;
- комуникација међу уређајима (M2M - *machine to machine*).

Аутори (Stair и Reynolds, 2012) наводе да данашњи системи за прикупљање и обраду података и информација представљају скуп одређених, на одговарајући начин међусобно повезаних уређаја или компоненти које прикупљају, анализирају, обрађују, складиште и деле податке и информације, и при томе спроводе корективне акције, које омогућавају одређена побољшања или испуњење неких циљева. Ти системи сада интегришу софтвер, хардвер, базе података, телекомуникациону опрему, кориснике и потребне процедуре неопходне за прикупљање и складиштење података, те њихово превођење у информације погодне за даљу обраду или коришћење.

На слици 6.3. приказана је примена ИоТ у разним областима и индустријама.

Примена ИоТ по областима у 2020. години



Слика 6.3. Примена ИоТ по областима у 2020. години.
(Извор: <https://iot-analytics.com/top-10-iot-applications-in-2020/>)

У раду (Miorandi *et al.*, 2012) се наводе основне карактеристике система базираних на интернету ствари:

- **све комуницира:** паметне ствари сада имају могућност ефикасне бежичне комуникације међу собом и повезаних објеката у ад-хок мрежи;
- **све се идентификује:** паметне ствари могу да се идентификују коришћењем дигиталних имена;
- **све интереагује:** паметне ствари сада могу размењивати податке и информације са локалним окружењем.

ИоТ постаје један од најзначајнијих носилаца нове (четврте) индустријске револуције (Adebayo *et al.*, 2019). Сматра се да ће на брз развој ИоТ велики утицај имати мрежа пете генерације (5Г), која ће бити 10 до 100 пута бржа у односу на мрежу четврте генерације (4Г), а отвориће нове могућности као што су коришћење гласовних команди и препознавање лица (Alderton, 2017).

ИоТ омогућава да грађевинске машине и објекти буду праћени и контролисани даљински путем, уз употребу постојеће мобилне мрежне инфраструктуре. То ће обезбедити директнију интеграцију грађевинских машина и корисникових рачунарских система, што ће омогућити бољу ефикасност, тачност и економску корист, уз смањену потребу за људском интервенцијом. Сваку грађевинску машину или објект, биће могуће једнозначно препознати кроз уграђен рачунарски систем, а свака машина ће бити интероперабилна и идентификована у оквиру дефинисане интернет инфраструктуре.

Сви сензори и остали читљиви идентификатори грађевинских машина и објеката у систему ИоТ ће користити верзију 6 интернет протокола (IPv6), да би ИоТ могао ефикасно функционисати, јер је неопходан велики адресни простор (Ziegler *et al.*, 2013). Машине и објекти ће бити опремљене минијатурним уређајима за идентификацију (сензорима, RFID уређајима и сл.) како бисмо свакодневни рад грађевинских машина и уређаја могли превести у одговарајући дигитални запис.

Следећа генерација ИоТ апликација (Ziegler *et al.*, 2013) које треба да користе интернет протокол верзије 6 (ИПв6), биће у стању да комуницира са уређајима прикљученим на готово

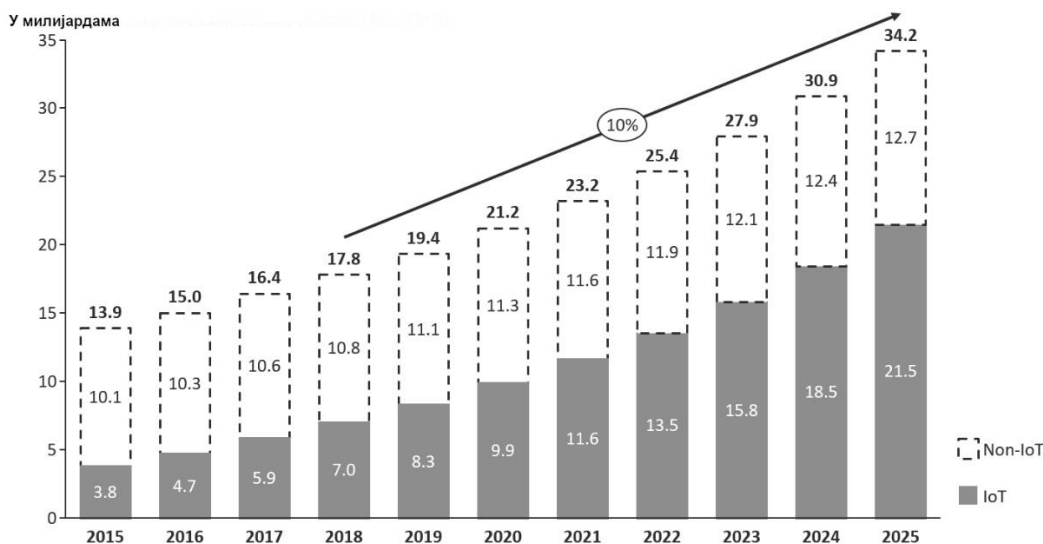
све људске објекте због изузетно великог адресног простора ИПв6 протокола (са 2^{128} адреса, док је ИПв4 имала само 2^{32} адреса – нешто преко 4,2 милијарде адреса). Аутор (Atzori, 2010) наводи да ће овај систем адресирања омогућити идентификацију објеката у индустријама у распону од авио и ауто индустрије, па до производа широке потрошње, и до објеката и машина у грађевини и транспорту. Интернет ствари више није футуристичка утопија, већ садашњост која се одиграва пред нашим очима.

„Ствар“ – је објекат из физичког света или виртуелни објекат повезан преко интернета (*Internet Connected Object – ICO*), а има следеће особине (Zouganeli and Svinnet, 2009):

- Комуницира и континуално генерише податке;
- Може примати податке из мреже или наредбе (најчешће за конфигурацију);
- Може примати податке од других ICO и слати их на обраду;
- Има јединствени идентификатор и умрежен је;
- Може извршити одређене наредбе/активности механички или дигитално.

Овде се ради о умрежавању „паметних“ уређаја, који комуницирају преко интернета, а могу ефикасно да размењују потребне податке између себе. Ради се о великом броју сензора и уређаја који ће слати прикупљене податке у реалном времену о стању на градилишту, о ефикасности рада сваког запосленог и сваке машине. Све те податке треба прихватити, обрадити, превести у информације и знања, дистрибуирати их у правој количини, у право време, одређеном запосленом да би могао ефикасније да ради или доноси одлуке. За прикупљање, обраду, као и дистрибуцију информација и знања потребни су одговарајући дата центри у грађевинском предузећу или у „облаку“. Како је текао развој ИоТ, колико је повезаних уређаја у претходном и наредном периоду, приказано је на слици 6.4.

Укупан број повезаних уређаја у свету



Напомена: Non-IoT су сви мобилни телефони, таблети, персонални рачунари, преносиви рачунари, фиксни телефони. IoT су сви кориснички и B2B повезани уређаји.

Слика 6.4. Број повезаних уређаја у свету

(Извор: <https://iot-analytics.com/state-of-the-iot-update-q1-q2-2018-number-of-iot-devices-now-7b/>)

„Ствари“ можемо интегрисати и понудити ИоТ помоћу софтверских платформи које их повезују и континуално скупљају податке. Потребна нам је (Broring *et al.*, 2018):

- Инфраструктура великих размера;
- Систем за обраду великог броја података у реалном времену;

- Потребно је да се обједине и једнозначно запишу и протумаче подаци примљени са различитих извора;
- Девелопери апликација имају потребу за услугама за налажење одговарајућих сензора и ствари за развој апликација као и једноставан приступ.

Изазови ИIoT-а (Patel and Patel, 2016; Ploennigs *et al.*, 2018; Rehman *et al.*, 2017):

- За хетерогене уређаје и изворе података морају постојати различити протоколи, те је потребно осигурати интероперабилност и униформан приступ свим подацима;
- Континуално се генерише огромна количина података - *Big Data*, због великог броја извора података, па се због тога јавља потреба за филтрирањем података уз скалабилну обраду у реалном времену;
- Постоји велики број уређаја које треба одржавати, те треба наћи метод за лако проналажење „ствари“ и њихову самоконфигурацију;
- Сигурност и приватност су велики изазов, а посебно у физичком домену;
- Имплементација различитих пословних модела је нешто што постаје стварност;
- Треба обезбедити динамичне, прилагодљиве и разумљиве апликације;
- Фрагментација је велика, јер свака нова „ствар“ доноси нову апликацију у „паметну околину“;
- Интеграција различитих вертикалних решења у јединствену ИIoT платформу, јер још увек сваки произвођач има своје решење, што је јако комплексан приступ.

Аутори (Louis *et al.*, 2018) наводе да ће захваљујући сензорима који прикупљају потребне податке и шаљу их на даљу обраду, менаџери у грађевинском предузећу моћи много боље да сагледају колико се ефикасно користе машине и уређаји у реалном времену. На основу добијених података и информација, биће у могућности да доносе квалитетније одлуке о томе шта треба побољшати или променити.

Помоћу програмских платформи се обезбеђује интеграција и управљање уређајима (Ray, 2016). Програмске платформе чувају метаподатке о уређајима, мобилне платформе за комуникацију, Cloud и платформе уређаја за смештање података, а десет најзначајнијих је представљено на слици 6.5.



Слика 6.5. Cloud платформе за ИIoT (Извор: <https://iotdesignpro.com/articles/top-10-iot-cloud-platforms>)

6. 6. 1. Побољшања која доноси ИоТ грађевинским предузећима

Коришћењем информација прикупљених помоћу сензора може се вршити мониторинг и контрола паметних грађевинских машина и уређаја, при чему се значајно смањују трошкови њихове експлоатације, одржавања и поправке (Jiang and He, 2020). Надзор градње, искористивост појединих грађевинских машина и уређаја, регулација процеса градње, може се реализовати интегрисаним и централизованим системима контроле уз приступ помоћу мобилних уређаја. Машине и уређаји ће бити део концепта интернета ствари, подаци ће се чувати у „облаку“, а уређаји бити контролисани помоћу web-а и одговарајућих апликација (Louis *et al.*, 2018).

Имплементација концепта интернета ствари довешће до значајних промена у грађевинској индустрији, а посебно у економичнијем пословању. Значајне промене се могу очекивати у (Álvarez *et al.*, 2020; Ghosh *et al.*, 2020; Woodhead *et al.*, 2018):

- повећању ефикасности рада грађевинских предузећа због једноставнијег одржавања и даљинског управљања;
- побољшању ефикасности рада на градилишту због коришћења софтверски базираних решења и иновација, како би дошло до повећане прегледности градилишта, машина, процеса, и до боље комуникације са инвеститорима и подизвођачима;
- ефикасној сарадњи између људи, машина и уређаја, а што ће обезбедити већи ниво продуктивности и другачијих радних искустава.

Може се видети да се време мења и да се од „мањих, бржих, бољих“ јединица прелази на интелигентне ствари/уређаје, а који се могу користити за бржу и ефикаснију контролу, праћење процеса и обраду података са градилишта, те физичких и виртуелних објеката. Умрежени подаци, информације и знања о свету који је око нас, повећаваће се великом брзином, и увиди који се добију из анализе одређених грађевинских података, утицаће на будућа дешавања у грађевинском предузећу. Све значајнији технолошки напредак ће значајно променити и утицати на грађевинску индустрију, али и на будућност свих других индустрија, а посебно друштва.

За ефикасан и потпун развој концепта интернета ствари неопходно је имплементирати одређени број техничких иновација (Misra *et al.*, 2016) и развити пуно других области (извора напајања, пословне интелигенције, добре интеграције, ефикасније комуникације, неопходне интероперабилности и стандардизације...). На тај начин ИоТ, као нова реалност, обезбеђује простор за друге и нове апликације, за нове економске моделе понашања, а који ће последично променити начин пословања, али и начин живота појединаца и друштва у целини.

6. 6. 2. Економски утицај примене интернета ствари

Информационо-комуникационе технологије доводе до значајних промена у друштву, а посебно у економији. Класични концепт економије почива (Самјуелсон и Нордхаус, 2009) на принципу економије обима, што подразумева масовну производњу истих или сличних производа, што опет обезбеђује ниску цену коштања, а то представља основу у конкурентском надметању производних и услужних система. Нова и напредна технолошка решења и њихова ефикасна употреба измениле су поимање економије обима избацујући физичке и материјалне баријере са којима су се мали пословни системи суочавали.

Користећи интернет ствари, грађевинским предузећима се отварају тржишта и смањују додатни трошкови. У прошлим периодима развоја, логистика, транспорт, енергија и други фактори рада имали су опредељујући значај за успешно пословање. Уз употребу нових технолошких решења ови фактори постају мање значајни, а конкурентска предност и ефикасније пословање сада зависе од доступности информација и знања, као и квалитета пословне идеје. Нова технолошка решења су допринела успостављању и развоју боље сарадње између запослених, а то је у економском смислу значило смањење трошкова, побољшање размене информација и знања. Нове информационо-комуникационе технологије обезбеђују нове платформе за размену информација и знања, те обезбеђују јефтинију и ефикаснију комуникацију између инвеститора, извођача и подизвођача, запослених на градилишту и у канцеларијама и слично.

Грађевинска предузећа која успеју да ефикасно повежу уређаје, машине и објекте према концепту интернет ствари и употребе добијене информације и знања, могу да повећају ефикасност и продуктивност, редукују трошење енергије и осталих ресурса, а успеће и да значајно смање свој гранични трошак производње (Rifkin, 2018).

Већи број аутора (Miorandi, 2012; Royer, 2013) сматра да ће смањивање граничних трошкова највише бити повезано са коришћењем и употребом интернета ствари у контексту оперативних процеса, тј. паметног индустријског интернета.

Значај интернет ствари за грађевинска предузећа, са економске тачке гледишта, се огледа у томе да својим концептом значајно доводи до коришћења безмало бесплатних добара, а тиме је сигурно обезбеђена већа продуктивност, што мења актуелну економску ситуацију према смањењу граничних трошкова.

7. НОВИ КОНЦЕПТУАЛНИ МОДЕЛ ИНФОРМАЦИОНОГ СИСТЕМА У ГРАЂЕВИНСКОЈ ИНДУСТРИЈИ

Предлог новог концептуалног модела информационог система заснован је, првенствено, на анализи резултата анкете, делимично разматране и у претходним поглављима, коју је аутор дисертације спровео у 2018. год. у 69 грађевинских предузећа у Србији. Предлог би требало да испуни сагледавања већине добрих познавалаца рада грађевинских предузећа, који су (или нису) учествовали у анкети, без обзира на дисперзију, неуниформност и различитост њиховог мишљења и очекивањима у промењеним условима рада. Ипак, пресек анализе резултата анкете води утемељеном мишљењу неопходности промена у досадашњем раду, посебно у постизању ефикаснијег и јефтинијег рада и конкурентске предности.

Постављени циљеви могу бити достигнути, по мишљењу анкетираних, само у условима доступности релевантних информација, у врло кратком временском интервалу, практично одмах по пријему захтева управо од релевантних корисника, учесника и непосредних извршилаца производног процеса у грађевинском предузећу. Свеобухватност и свеукупност доминантних информација, хијерархијски селектованих, њихова доступност на једном месту, евидентно имплицира увођење информационог система и приоритет улагања у савремене информационе технологије.

7.1. Резултати дела спроведеног истраживања

Анкетирани су дали одговоре на питање: „Ако бисте могли да одлучујете о улагању у ИТ, које области у пословању Вашег предузећа бисте најпре „опремили“ ИТ алатима? (по приоритету од 1 до 8). Анкетиранима су биле понуђене следеће области:

1. Преносива опрема/мобилни системи;
2. Електронска набавка;
3. Књиговодствени/финансијски систем;
4. Руковање документацијом;
5. Систем за праћење трошкова;
6. Веб решење за координацију/комуникацију на пројекту;
7. Систем за техничке калкулације;
8. Систем за праћење реализације.

Представићемо неке од резултата спроведеног истраживања и мишљење анкетираних о улагању у ИТ и области у пословању које би анкетирани најпре опремили ИТ алатима.

Резултати улагања у „Преносиву опрему/мобилне системе“, које су анкетирани оценили по приоритету од 1 до 8 представљени су у табели 7.1.

Табела 7.1. Приоритети улагања у преносиву опрему

	Приоритети							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Преносива опрема/мобилни систем	30	14	12	7	4	1	0	1
%	43.48	20.29	17.39	10.14	5.80	1.45	0.00	1.45

Из табеле се може видети да је за 43,48 % анкетираних приоритет улагање у „Преносиву опрему/мобилне системе“, а да је за 2 од 69 анкетираних грађевинских предузећа то најнижи приоритет улагања.

Приоритети анкетираних о улагањима у „Електронске набавке“, представљени су у табели 7.2.

Табела 7.2. Приоритети улагања у електронске набавке

	Приоритети							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Електронске набавке	19	14	15	12	7	0	1	1
%	27.54	20.29	21.74	17.39	10.14	0.00	1.45	1.45

Ако погледамо само неке резултате о приоритету улагања у електронске набавке може се видети да је то за 27,54 % анкетираних највећи приоритет (1.), а за 21,74 % анкетираних то улагање је на трећем месту.

Ако посматрамо приоритет улагања у „Књиговодствени/финансијски систем“, који су анкетирани поређали по приоритету од 1 до 8, резултате можемо видети из табеле 7.3.

Табела 7.3. Приоритети улагања у књиговодствени/финансијски систем

	Приоритети							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Књиговодствени/финансијски систем	25	12	7	11	4	7	3	0
%	36.23	17.39	10.14	15.94	5.80	10.14	4.35	0.00

Нешто што је веома интересно је да 36,23 % анкетираних сматра да је највећи приоритет улагања у књиговодствени/финансијски систем. Средину у приоритету улагања у књиговодствено/финансијски систем од 69 анкетираних грађевинских предузећа дало је 11 анкетираних предузећа.

Резултати улагања у „Руковање документацијом“, које су анкетирани поређали по приоритету од 1 до 8 представљени су у табели 7.4.

Табела 7.4. Приоритети улагања у руковање документацијом

	Приоритети							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Руковање документацијом	19	14	8	14	11	2	1	0
%	27.54	20.29	11.59	20.29	15.94	2.90	1.45	0.00

Из табеле 7.4. се може видети да 27,54 % анкетираних у грађевинским предузећима у Србији сматра да је улагање у руковање документацијом највећи приоритет. За приоритете оцењене са 5 и мање определило се 20,29 анкетираних.

Редослед по приоритетима од 1 до 8 у анкетираним грађевинским предузећима у Србији о улагањима у „Систем за праћење трошкова“, представљени су у табели 7.5.

Табела 7.5. Приоритети улагања у систем за праћење трошкова

	П р и о р и т е т и							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Систем за праћење трошкова	17	5	12	4	1	4	4	22
%	24.64	7.25	17.39	5.80	1.45	5.80	5.80	31.88

Из табеле 7.5. се може видети да 31,88 % анкетираних сматра да су потребна најмања улагања по приоритету у систем за праћење трошкова, а 24,64 % их сматра да је то највећи приоритет. Средњи приоритет за улагања у системе за праћење трошкова дало је само једно анкетирано грађевинско предузеће од 69 предузећа обухваћених анкетом.

Приоритети које су дала анкетирана грађевинска предузећа о улагањима у „Веб решење за координацију-комуникацију на пројекту“, представљени су у табели 7.6.

Табела 7.6. Приоритети улагања у веб решење за координацију-комуникацију на пројекту

	П р и о р и т е т и							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Веб решење за координацију-комуникацију на пројекту	13	14	16	15	4	0	1	6
%	18.84	20.29	23.19	21.74	5.80	0.00	1.45	8.70

Из табеле 7.6. се може видети да су прва четири приоритета најчешћа и крећу се од 18,84 % до 21,74 % (13, 15, 16, 15 анкетираних предузећа), па можемо закључити да је ово улагање најзначајније за анкетиране, одмах после улагања у „Преносиву опрему/мобилне системе“.

Резултати улагања у „Систем за техничке калкулације“, које су анкетирани распоредили по приоритету од 1 до 8 представљени су у табели 7.7.

Табела 7.7. Приоритети улагања у систем за техничке калкулације

	П р и о р и т е т и							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Систем за техничке калкулације	13	17	8	5	5	14	6	1
%	18.84	24.64	11.59	7.25	7.25	20.29	8.70	1.45

Анкетирани су приоритет улагања у систем за техничке калкулације најчешће стављали на друго место и то 24,64% од 69 оних који су учествовали у анкети која је спроведена током 2018. године у Србији.

Распоред приоритета који су дала анкетирана грађевинска предузећа о улагањима у „Систем за праћење реализације“, представљени су у табели 7.8.

Табела 7.8. Приоритети улагања у систем за праћење реализације

	П р и о р и т е т и							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Систем за праћење реализације	18	9	9	1	5	10	13	4
%	26.09	13.04	13.04	1.45	7.25	14.49	18.84	5.80

Из табеле можемо видети да 26,09 % анкетираних сматра да је приоритет улагања у систем за праћење реализације значајан и ставили су га на прво место. Међутим, на последња три места, 27 предузећа од 69 анкетираних, је сматрало да није толико значајно улагање у овај систем.

7. 2. Резултати истраживања везаних за грађевинску индустрију у другим земљама

У наставку ове анализе навешћемо само неке делове сличних истраживања у свету. При томе увек треба имати на уму економски статус земље у којој се разматра спроведено истраживање.

Према истраживању које је спроведено у 157 малих и средњих грађевинских предузећа у САД и Канади 2017. године (Budiac, 2018), 26% малих и средњих грађевинских предузећа користи или ће до 2020. почети да користи дроне, док њих 81% то планира у 2018. години. У 2019. години велики број предузећа планира значајно повећати своја улагања у нове технологије. Један од резултата истраживања је показао да се највише траже одређена софтверска решења, која морају омогућити комплетно праћење пројеката, свих трошкова везаних за праћење, те комплетно праћење свих изведених радова. Главни захтев испитаних приликом куповине софтвера је да он буде веома једноставан за употребу. Критеријум једноставности коришћења је грађевинским предузећима битнији од цене и свих функционалности које одговарајући софтвер нуди.

Већина грађевинских предузећа спремна је прихватити изнајмљени софтвер (софтвер у облаку). Процент прихватања софтвера у облаку код грађевинских предузећа је за 5 % већи него просечан резултат у другим индустријама (Budiac, 2018). Као разлог наводе теренски рад и неопходност коришћења мобилних технологија.

Од нових алата најтраженији су дрони, као и аутономне машине и опрема. Већ сада скоро свако четврто грађевинско предузеће (26%) користи дроне за мапирање и фотограметрију (Budiac, 2018). Спроведена истраживања у САД показују да дрони знатно смањују ресурсе и време потребне за такве задатке. Преглед градилишта који се спроводи традиционалним начином, геодетама одузима и до месец дана, а са дронима се преглед обави за неколико минута. То знатно убрзава процес и при том знатно смањује трошкове физичке радне снаге (Orrin *et al.*, 2019). Од свих осталих индустрија, грађевинска индустрија најбрже усваја употребу дрона, и све су процене да ће се тај тренд наставити и у будућности (Skyward Industry Report, 2018). Поред тога, 9% испитаника најављује увођење дрона у непосредној будућности, највише за три године, а 24% испитаника предвиђа увођење робота и аутономних машина у своје пословање до краја 2020. године (Budiac, 2018).

Грађевинска предузећа која су обухваћена истраживањем планирају у будућности већа улагања у нове технологије, па тако 41% испитаника планира надоградњу или куповину новог софтвера за управљање процесима у грађевини (*CMS – Construction Management Software*). Значајни су захтеви везани за нови софтвер, а односе се на праћење пројекта (73%), праћење трошкова (72%), те процену пројекта (66%). Функционалност софтвера је један од критеријума за одлуку о улагању у софтвер, а 37% их наводи да је једноставност употребе најважнија (Budiac, 2018).

Да се пословање грађевинског предузећа барем „понекад“ ослања на коришћење мобилних апликација потврдно је одговорило 58 % испитаника. Мобилне апликације се најчешће користе (de Best, 2020) у дневним извештајима који се шаљу са терена, за управљање подацима са терена у виду фотографија, за управљање временом извођења радова, за

управљање безбедношћу на градилишту, за планирање радова, извештајима о трошковима и распореду обављања радова.

Building Information Modeling (BIM) софтвер употребљава 50 % испитаника, али део грађевинских предузећа која га користе нису одушевљена са њим (SmartMarket Report, 2017). Понекад се незадовољство заснива на недовољној жељи да се софтвер примени у целом предузећу. Већина анкетираних је навела да BIM доприноси поврату инвестиција, а само 15 % корисника BIM-а показује интерес за набавку других софтвера (McGraw Hill Construction, 2014).

Студија коју је објавила британска компанија *BRE Academy 2016*. показује да постоје разлози за забринутост због велике разлике у усвајању и коришћењу дигиталних вештина. Испитаници су оценили да управљачких вештина недостаје и на индустријском и на оперативном нивоу. Више од две трећине испитаника студије сматра да институције морају учинити пуно више на промоцији дигиталних и техничких аспеката сваке индустрије. У наредном периоду запошљавање радника са добрим познавањем дигиталних вештина одређиваће битну разлику између грађевинских предузећа (BRE Academy Survey, 2016).

Специјализовани информативно-аналитички портал који се бави америчком грађевинском индустријом - *Construction Dive*, уврстио је „виртуалну стварност“ међу водећих пет иновација у грађевинској индустрији које ће умањити недостатак грађевинских радника са неопходним вештинама за 21. век (Construction Dive, 2020). Без обзира на велики потенцијал при јачању сарадње, 3Д моделовању и већој безбедности на градилишту, прихватање виртуалне стварности је углавном успорено (Ghobadi and Sepasgozar, 2020), због високих инвестиционих трошкова у нове технологије. На порталу *Construction Dive* може се видети да је само 6% испитаника потврдило да у свом пословању примењује виртуалну или проширену стварност, док 10% намерава да ову технологију почне примењивати у наредне три године. Најнижу стопу прихваћености имају 3Д штампачи, а ову технологију примењује само 4% малих и средњих грађевинских предузећа (Budiac, 2018).

Ако погледамо стање и проблеме са којим се сусрећу грађевинска предузећа у Србији и оних нпр. у САД, може се видети да се они значајно разликују. Проблем у Србији је тај што се још увек недовољно или готово ништа не улаже у нова технолошка решења као што су: дрoнови, аутономне машине, рачунарство у облаку, сензори, интернет ствари, док је у Америци проблем њихова интеграција и ефикасније коришћење свих прикупљених података.

7. 3. BIM - нови информациони алат за ефикаснији рад грађевинских предузећа

Грађевинска предузећа користе велики број специјализованих рачунарских апликација у сврху планирања, пројектовања, прорачуна, статичке анализе, праћење реализације пројекта, ефикасније комуникације, праћење процеса изградње итд.

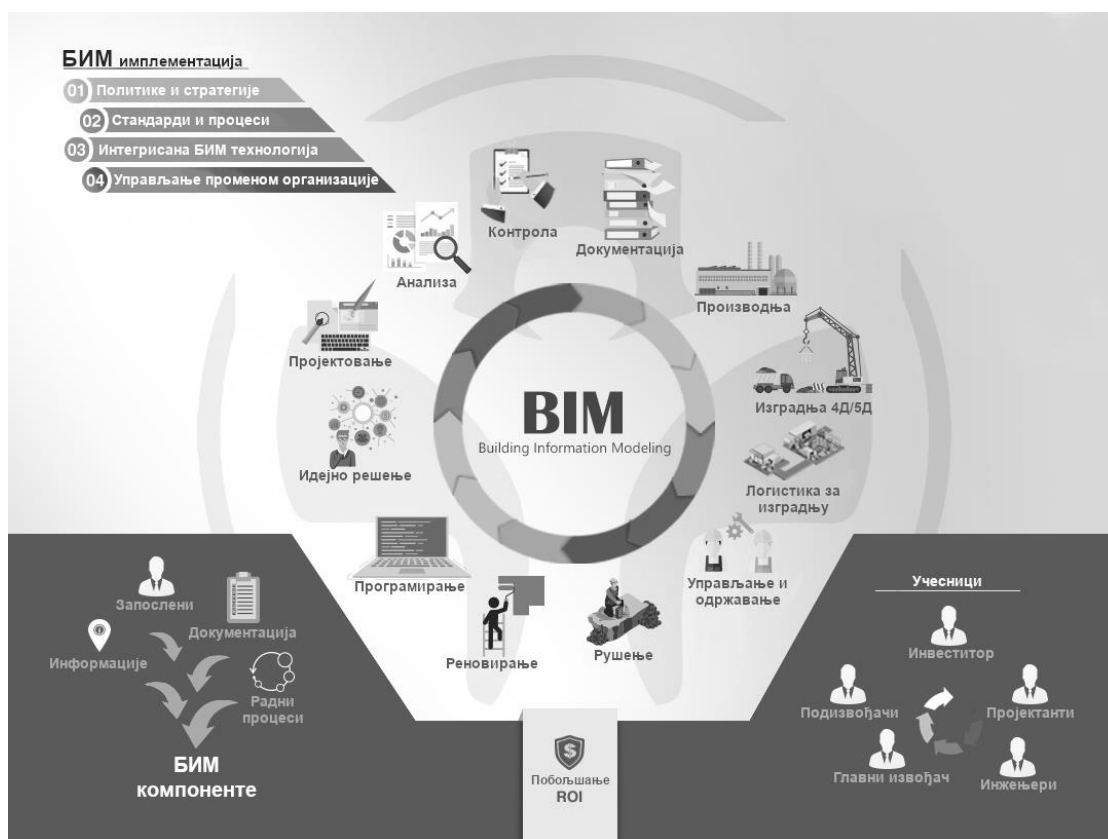
Да би обезбедила конкурентност, грађевинска предузећа морају пронаћи нове начине пословања, те нове технологије и алате. Неопходно је спровести потпуну дигитализацију и повезивање целокупног процеса, од планирања и пројектовања, па све до саме изградње, одржавања и одумирања пројекта. То у неразвијеним земљама и земљама у транзицији још није у потпуности заживело, иако у свету постоје методологије које, кроз дигитализовани систем, обједињују наведене процесе. Најпознатија таква технологија је ***Building Information Modeling (BIM)***, а представља интелигентан модел података који служи као база за пројектовање и сарадњу кроз све фазе грађевинског пројекта (Hardin, 2009). За BIM неки аутори кажу да је то заједничка база података, информација (знања) која повезује све

учеснике у пројекту (Badrinath *et al.*, 2016). То је алат за моделовање пројекта, његово извођење, одржавање и управљање изградњом током његовог животног циклуса. У овом раду детаљније се бавимо БИМ алатом (моделом).

Ради се о заједничкој бази знања за све учеснике у пројекту: архитекте, грађевинске, машинске и електро инжењере, комерцијалисте, информатичаре, геодете. Сви подаци везани за пројект од идеје до потпуног завршетка и коришћења су у том моделу.

БИМ обухвата управљање свим информацијама о грађењу у дигиталном облику са неопходним функционалним карактеристикама, а укључује размену података о планирању, пројектовању, извођењу радова, комуникацију и координацију између свих учесника – тимовима (Eastman *et al.*, 2011). То је методологија заснована на интелигентном, подацима богатом моделу, а служи као основа за пројектовање, симулацију и сарадњу кроз све фазе животног циклуса пројекта. (Слика 7.1.).

БИМ концепт је општеприхваћен, а све више замењује досадашње алате и приступе у пројектовању, статичкој анализи, временском планирању, процени трошкова, управљању пројектима, праћењу реализације. Притом се у центру сваког пројекта налази БИМ модел, тј. заједничка база података (информација и знања) која повезује све учеснике у пројекту.



Слика 7.1. БИМ методологија

(Извор: <https://crosslinkglobal.com/comprehensive-architectural-and-bim-solutions>)

Сваки корисник и учесник у пројектном ланцу користи свој БИМ систем, а који подржава БИМ стандард. Сам БИМ модел се напредовањем кроз пројекат ажурира, прати, надограђује и контролише.

БИМ стандардом се баве многе организације и омогућавају његову практичну примену. Неке од њих су: *International Organization for Standardization (ISO)*, *building SMART*, *British Standards Institution (BSI)*, а нуде га као *Industry Foundation Classes (IFC, ISO 16739)*, *BS 1192:2007*, *PAS 1192-5:2015*).

7. 3. 1. Историјски развој БИМ-а

Први пут назив „*Building Information Modeling*“ уведен је у (Eastman, 1978), иако се у оригиналу користи као *Building Product Model*. Средином 1980-их БИМ постаје устаљен назив концепта дигиталних приказа за процесе пројектовања, које су касније понудиле софтверске куће *Ayodeck*, *Bentley Systems* и *Graphisoft* (Wierzbicki *et al.*, 2011).



Слика 7.2. Развој БИМ-а (Извор: Јурчевић и сар., 2017)

7. 3. 2. Неки показатељи о неопходности промена рада у грађевинској индустрији

План удружења „БИМ Србија“, које промовише примену и стандардизацију информационих технологија и наука у грађевинарству, је да до 2022. године БИМ софтвер (*Building Information Modeling*) постане стандард у грађевинским предузећима у Србији (Цонић, 2019).

Према статистици Европске федерације за сектор грађевине, 72 % пројеката премашује буџет, 70 % пројеката има кашњења, а у пракси је познато да 50 % пројеката који имају кашњења, премаше уговорену цену за преко 50 % (McKinsey Global Institute, 2017).

Према мишљењу председника удружења БИМ Србија: „Грађевинска индустрија је толико неефикасна да се због неспоразума, поновне израде пројеката и слабог управљања информацијама, на пројектима губи око 35 % новчаних средстава“ (Цонић, 2019).

Раст продуктивности радне снаге у грађевинској индустрији, од 1995. до 2015. године, у 39 највећих земаља света по величини грађевинске привреде, био је само 1 проценат. То је отприлике једна трећина од укупног раста продуктивности у овим земљама од 2,8 процента у истом периоду, и нешто више од једне четвртине од 3,6 процента оствареног у производном сектору привреде ових земаља. У последњих 70 година, грађевинска индустрија у САД је забележила пораст продуктивности за свега 6 %. Објашњење за овакву поражавајућу статистику (McKinsey Global Institute, 2017) је у томе што је усвајање и коришћење нових технологија у грађевинском сектору готово занемарљиво.

7. 4. BIM модел и сврха коришћења

Широм света је употреба BIM-а постала јако популарна у грађевинској индустрији: користи се за управљање информацијама о грађењу, повезивање са моделом информација о грађењу, односно информационом моделу грађења, а све то указује на практичну примену модела у различите сврхе. BIM се може посматрати као методологија и као технологија. BIM као „технологија“ представља дигиталну репрезентацију функционалних и физичких елемената грађења (Fallon *et al.*, 2007), као „методологија“ обезбеђује сарадњу свих учесника у свим фазама животног века објекта изградње (Agaüci, *et al.*, 2012).

BIM се често дефинише као процес у коме различити учесници раде заједно, ефикасно и ефективно размењују податке, информације и знања, те сарађују у стварању ефикасног процеса градње (што мање грешака, бржа градња, ефикаснији процеси) (Eastman *et al.* 2011). При томе није кључни фактор BIM-а само тродимензионално моделовање, него креирање, управљање и дељење података, информација и знања, у циљу боље и ефикасније сарадње (Eastman *et al.* 2011).

Понекад се BIM дефинише као технологија која обезбеђује координацију и сарадњу различитих интересних група (Tomek and Matejka, 2014). За њих је то тродимензионални (3Д), објектно усмерен модел, унутар кога су интегрисани подаци, информације и знања, а циљ његовог коришћења је побољшање комуникације и колаборације на пројекту. BIM се може користити и у дугорочној перспективи, с обзиром да се прикупљене информације у току грађења могу употребити у управљању и одржавању изграђених објеката по завршетку пројекта (Eastman *et al.*, 2011).

7. 5. Нове методологије за ефикасније пословање у грађевинској индустрији

Аутор докторске дисертације предлаже BIM као методологију коју треба користити у грађевинским предузећима у Републици Србији из следећих разлога:

- Једноставније доношења одлука везаних за пројекат;
- Благовремено уочавање евентуалних грешака на пројекту;
- Све неопходне, а детаљне анализе;
- Једноставније управљање променама и брзе измене;
- Детаљно разумевање циљева пројекта и односа са другим учесницима у пројекту;
- Визуализацију пројектних решења;
- Једноставнију координацију пројектата;
- Обезбеђење квалитетног грађевинског процеса и крајњег производа;
- Ефикасност процеса у фази грађења;
- Повећање сигурности у фази грађења;
- Подршку у анализи трошкова пројекта.

7. 6. Практична употреба BIM алата

До сада су различити САД алати у пројектовању обезбеђивали 2Д и 3Д димензије. Сада BIM технологија, чија је база 3Д модел, обезбеђује и додатне димензије, време (4Д), трошкове

(5Д), одрживост и потрошњу енергије (6Д), као и управљање и одржавање објекта изградње (7Д) (Fai et al., 2013).

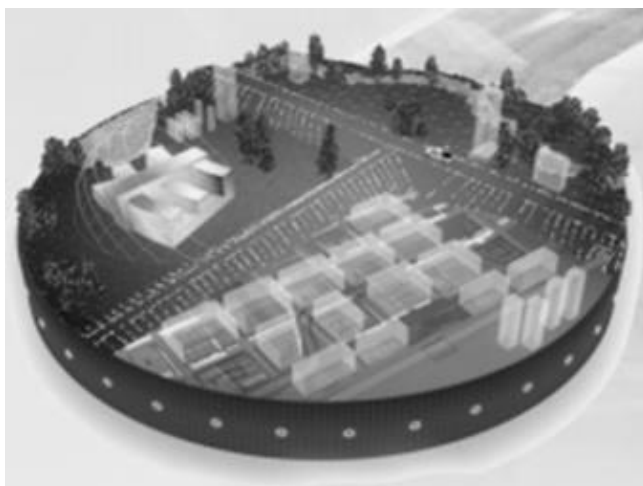
3Д	4Д	5Д	6Д	7Д
БАЗА ПОДАТАКА	ВРЕМЕ	ТРОШКОВИ	АНАЛИЗЕ	УПРАВЉАЊЕ ГРАЂЕЊЕМ
Количина материјала	Планирање и праћење градње	<i>Real Time</i> моделовање и планирање трошкова	Концептуална анализа	БИМ стратегија животног века грађевине
Својства материјала		Количина као подршка процени трошкова	Детаљна анализа	БИМ план одржавања
Визуална идентификација			Праћење одрживости елемената објекта	
Правила струке				

Слика 7.3. 3Д, 4Д, 5Д, 6Д и 7Д

(Извор: <https://academy.autodesk.com/files/bim4d-7d.jpg>)

БИМ планирање обухвата (Јурчевић и сар., 2017):

- Просторну анализу потенцијалних локација грађевинских објеката:
 - Оцена карактеристика одређене локације;
 - Избор локације.
- Анализа просторне интерполације грађевинских објеката:
 - Процена пројектног решења са просторним ограничењима и захтевима;
 - Разумевање сложености просторних односа и захтева;
 - Оцењивање понашања пројектног решења у односу на просторне захтеве локације и власника грађевинског објекта.
- Снимање постојећег стања - потенцијалне користи:
 - Повећава се тачност документовања постојећих услова;
 - Обезбеђује документацију изграђеног објекта за будуће примене;
 - Помаже у моделовању и 3Д координацији пројекта;
 - Обезбеђује неопходне информације о стању изведених радова;
 - Процена количина материјала у реалном времену;
 - Даје прецизне информације о условима на локацији;
 - Омогућава планирање догађаја;
 - Омогућава планирање потребних поступака након ванредних догађаја.



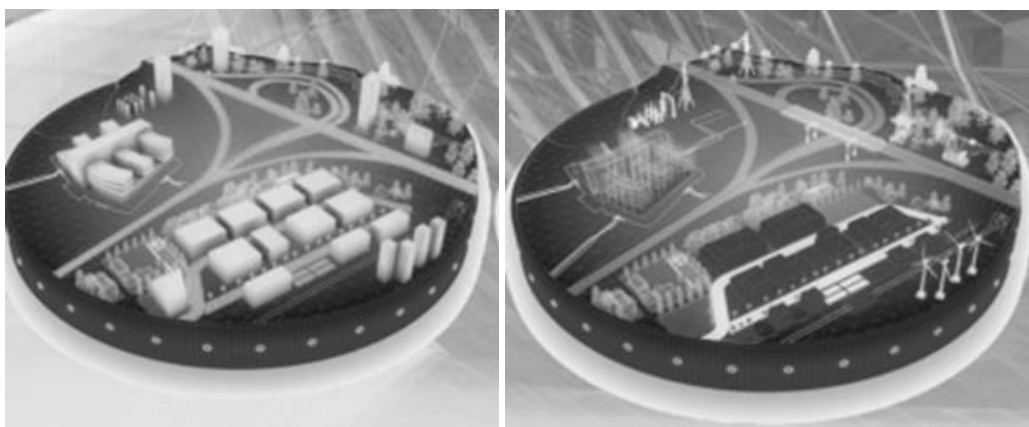
Слика 7.4. БИМ Планирање и анализа

(Извор: <https://c-a-d.hr/cms/wp-content/uploads/2017/10/Architecture-Engineering-Construction-Collection-CAD-doo.pdf>)

Такође, БИМ пројектовање обухвата (Јурчевић и сар., 2017):

- Анализу грађевинских система:
 - Осигурава ефикасност грађевине уз задовољење пројектних захтева;
 - Идентификује могуће модификације због боље ефикасности;
 - Израда „шта ако“ сценарија.
- Пројектовање и дизајн:
 - Јасна презентација пројекта свим учесницима;
 - Боља контрола квалитета пројекта, трошкова и временског планирања;
 - Детаљна визуелизација;
 - Потпуна сарадња између пројектаната и БИМ корисника.
- Инжењерске анализе:
 - Анализа енергетске ефикасности;
 - Анализа носивости конструкције;
 - Остале инжењерске анализе.
- 3Д координација:
 - Координација пројекта уз коришћење модела;
 - Смањује и елиминира колизије на градилишту;
 - Повећава продуктивност;
 - Нижа цена градње;
 - Краће време градње;
 - Већа продуктивност на градилиштима;
 - Потпунија и тачнија пројектна документација.
- Процене усаглашености са прописима:
 - Оцена да ли пројектно решење задовољава прописе и стандарде;
 - Смањује утрошак времена за преглед и потврђивање пројектне документације.
- Процене за одрживу градњу:
 - Једноставнија сарадња и координација свих чланова тима;
 - Процена алтернативних пројектних решења;
 - Доступност најбитнијих информација помаже у ефикаснијем решавању проблема (трошкови, временско планирање);
 - Скраћује процес пројектовања;
 - Обезбеђује квалитетнији пројект;

- Смањује количину пројектне документације;
- Оптимизује перформансе грађевине;
- Даје предност еколошкој и ефикасној градњи;
- Омогућава пројектном тиму ревизије по потреби.
- Оцењивање успешности пројектног решења:
 - Алтернативна решења могу се једноставно моделовати;
 - Краћи је и ефикаснији преглед пројектног решења;
 - Једноставнија је комуникација са инвеститором, подизвођачима, те крајњим корисницима;
 - Боља координација и комуникација између пројектних тимова.
- Процене трошкова:
 - Прецизно се може одредити количина потребних материјала и елемената;
 - Брза израда табела о количинама;
 - Боље визуелно представљање пројекта и грађевинских елемената;
 - Израда потребних количина материјала као информације за власника грађевинског објекта;
 - Уштеда времена приликом израде трошковника;
 - Временско праћење градње;
 - Брзо одређивање цене потребних елемената и склопова;
 - Једноставнија контрола количина и свих трошкова.



Слика 7.5. BIM Пројектовање и дизајн

(Извор: <https://c-a-d.hr/cms/wp-content/uploads/2017/10/Architecture-Engineering-Construction-Collection-CAD-doo.pdf>)

Надаље, BIM грађење обухвата (Јурчевић и сар., 2017):

- Временско планирање:
 - Боље разумевање фаза грађења;
 - Планирања радне снаге, неопходног материјала и опреме;
 - Праћење набавке и обрачуна рада и материјала;
 - Повећана продуктивност на градилишту;
 - Омогућава приказ просторне комплексности пројекта, те боље планирање.
- Организација градилишта:
 - Ефикаснија израда плана градилишта;
 - Брзо откривање могућих конфликта;
 - Ефикасна координација редоследа грађења и организације градилишта;
 - Једноставније промене организације градилишта током грађења;
 - Скраћење времена за планирање и организовање градилишта.

- Пројектовање система изградње:
 - Повећање изводљивости комплексне изградње;
 - Повећање продуктивности у току изградње;
 - Побољшање заштите на раду;
 - Смањење језичких баријера.
- Дигитална контрола градње:
 - Обезбеђење квалитетних информација;
 - Повећање продуктивности изградње;
 - Смањење потребног времена за изградњу;
 - Прилагодљивост евентуалним променама у пројекту;
 - Смањење зависности од 2Д цртежа на папиру.
- Геодетско 3Д управљање и планирање:
 - Смањење грешака на градилишту;
 - Повећање ефикасности и продуктивности;
 - Смањење утрошка времена за потребна геодетска снимања на градилишту;
 - Смањење или потпуно укидање текстуалних описа.
- Снимак изведеног стања:
 - Подршка будућем моделовању и координацији;
 - Подршка у тражењу дозвола;
 - Боље праћење и доношење одлука при одржавању и управљању, засновано на прецизним подацима;
 - Могућност ажурирања података;
 - Мања размена информација због њиховог квалитета;
 - Ефикасније прихватање жеља инвеститора;
 - Једноставнија процена додатних пројектних захтева инвеститора.



Слика 7.6. БИМ Изградња и надзор

(Извор: <https://c-a-d.hr/cms/wp-content/uploads/2017/10/Architecture-Engineering-Construction-Collection-CAD-doo.pdf>)

И коначно, БИМ завршетак и одржавање обухвата (Јурчевић и сар., 2017):

- Планирање превентивног одржавања:
 - Планирање свих активности одржавања и распоређивање људи за одржавање;
 - Праћење историје одржавања;
 - Смањен број хитних поправки;
 - Повећање продуктивности људи на одржавању;

- Процена другачијих приступа одржавања према стварној цени;
- Јасан увид у све потребе поузданог одржавања.
- Управљање имовином:
 - Меморисање приручника за добро управљање и ефикасно одржавање;
 - Анализа процена стања опреме;
 - Одржавање свих података о изведеним грађевинским објектима и опреми;
 - Надоградње модела за приказ информација;
 - Помоћ финансијској служби у ефикасној анализи сваке врсте имовине;
 - Аутоматско генерисање радних налога потребних за одржавање.
- Праћење и економично управљање простором:
 - Лакше издавање грађевине на коришћење;
 - Већа ефикасност планирања и управљања променама;
 - Ефикасније праћење коришћења простора и свих ресурса;
 - Помоћ у добром планирању свих просторних потреба.



Слика 7.7. БИМ управљање и одржавање

(Извор: <https://c-a-d.hr/cms/wp-content/uploads/2017/10/Architecture-Engineering-Construction-Collection-CAD-doo.pdf>)

7. 7. Дронови - нови информациони алат за ефикаснији рад грађевинских предузећа

Појам дрон има доста широко значење, а обухвата све беспилотне летелице – UAV (*Unmanned Aircraft Vehicle*), биле оне на даљинско управљање – РПАС (*Remotely Piloted Aircraft System*), или летелице са одређеном нивоом аутономности. То је спој беспилотне летелице и система потребног за њено управљање (за детаљнији приказ конструкције, класификације и рада дрона, читалац се упућује на преглед више приступачних референци: (Barton, 2012; IoT Agenda, 2019; Vergouw *et al.*, 2016).

Грађевински пројекти могу имати велику корист од прегледа које могу обезбедити дронави. Сlike које могу обезбедити о положају земље (тла), пре почетка извођења радова, могу бити веома значајне. То нису само слике или видео запис, већ прикупљене тачне мере које могу убрзати и побољшати напредак радова током целог животног века пројекта.

Навешћемо и неке услуге које дронави могу обезбедити грађевинској индустрији (Babel, 2014; Dupont *et al.*, 2017; Elghaish *et al.*, 2020; Li and Liu, 2019; Anderson, 2019):

- Праћење напретка изведених радова на градилишту. Може се документовати тренутно стање на градилишту уз могућност интегрисања 2Д и 3Д модела. Обезбеђују слику напретка радова комплетног градилишта што није могуће добити класичним прегледом градилишта;
- Удаљеним снимањем градилишта дроном, може се саставити 3Д модел како би се потврдиле количине изведених радова. Геометри који би у томе утрошили пуно више времена могу се искористити на другим пословима, а не на трошењу времена за провере;
- Удаљено снимање сада пружа могућност креирања адекватних топографских мапа, одговарајућих планова географских подручја, те интерактивне мапе базиране на ГИС-у или неким другим програмским решењима;
- Са дроновима се може вршити надзор експлоатације земље или камена, прорачун кубикаже, нивоа ископавања те померања земљишта на градилишту;
- Може се вршити визуелни надзор над теренима високог ризика са малих удаљености, а то олакшава посао, смањује ризике од повреда, те штеди време геодетама за друге послове;
- Могу се искористити за обележавање градилишта и преглед неприступачних делова градилишта. Снимљени видео материјали са градилишта, често дају бољи увид у стање него ако се посматрање врши са земље;
- За преглед тешко приступачних места могу се искористити дрони, а са тиме избећи ризици од повреда запослених. Може се брзо и ефикасно прикупити доста података и информација које могу бити од користи у свакој од фаза животног циклуса посматраног пројекта, а при томе се може уштедети време, те смањити трошкови и број запослених;
- Једноставан начин надзора над високим грађевинама (нпр. мостовима) што омогућава ефикаснији преглед за проналажење евентуалних недостатака или уочавање аномалија. Овакви снимци знатно смањују застоје у раду и смањују ризике рада запослених на великим висинама;
- Дрони се ефикасно могу искористити за панорамско снимање простора или самог градилишта;
- Могу се искористити за надзор објекта или градилишта где је неопходна физичка видљивост, како би се пратило стање, те сагледали евентуални недостаци. Приступ, на пример, градњи високог моста повлачи за собом велике сигурносне и здравствене ризике, веће издатке, те непотребно трошење времена. Коришћењем дрона ради надзора омогућава се квалитетан увид у стање и велика уштеда људских и материјалних ресурса;
- Врло често градилишта су велика и брзо се мењају у веома кратком времену, па се дрони могу користити за обезбеђивање неопходне визуализације, означавајући поједине проблеме који би понекад могли бити занемарени;
- Дрони могу да обезбеде доношење одлука у реалном времену, смање ризике и побољшају квалитет одлука као и процес планирања и градње. Они могу да обезбеде квалитетне информације у реалном времену, о померању возила или машина, о стању на градилишту и сл.;
- Дроном се могу радити и извештаји о напретку пројекта у одређеним временским интервалима како би се на најефикаснији начин пратило реално стање на градилишту. Извештаји могу бити као серија фотографија са циљног подручја,

снимање видеа у високој резолуцији (HD) или други договорени формат, све у сврху благовременог праћења напретка пројекта;

- Сlike или видео записи који се могу добити преко дрона, понекад су јако значајни за грађевинска предузећа у циљу њихове промоције или промоције својих пројеката, или завршених грађевина са посебним акцентом на ефекат који је могуће постићи на социјалним мрежама. Могућност креирања одређеног видеа као и уникатних слика из различитих углова, могу да представљају посебан доживљај;
- Преглед градилишта уживо из жељених углова са удаљене локације, представљају значајно решење за инвеститоре који, понекад, нису у могућности да физички буду присутни на градилишту како би пратили реализацију пројекта и напредак радова;
- Одређено снимање градилишта и тока градње може елиминисати потребу за расправом око тога „шта“ се десило на градилишту, пошто ће се имати детаљан снимак да се може фокусирати на оно „зашто“, што је најчешће разлог спора. Још увек су грађевински дневници и ажурни термински планови значајни, али детаљни снимци напретка радова постају додатни алат у праћењу и документовању напретка радова.

Примена дрона у грађевинској индустрији представља иновативно решење, а податке и информације које испоручују могу се искористити за одговарајућу аналитику, мапирање земљишта или да се визуелно прати напредак пројекта, а све у циљу побољшања ефикасности и константног извештавања свих учесника у пројекту.

Дрони могу обезбедити побољшану сигурност приликом надзора градилишта, уштедети време и доставити податке неопходне за доношење неопходних конкретних одлука. Уз њихове снимке може се пратити напредак пројекта, а инвеститору може да се визуелно прикаже како теку радови на пројекту.

Могу се искористити за мапирање земљишта са веома детаљним сликама самог грађевинског земљишта и околине коју је неопходно познавати.

7. 8. БИМ и ЕРП технологије: интеграција у грађевинској индустрији

Пошто је један пројекат само мањи део целокупног пословања грађевинског предузећа, уз БИМ систем, све више се користи и ЕРП систем који даје подршку исправном пословању грађевинског предузећа (Eastman *et al.*, 2011), сагласно анализи изложеној у Поглављу 3. У том смислу, детаљније ће се разматрати интеграција БИМ и ЕРП технологија у грађевинској индустрији.

Као што се могло сагледати на основу досадашњег излагања, сваки корисник и учесник у пројекту (архитекта, статичар, инжењер, итд) користи свој БИМ систем, а који подржава БИМ стандард. Централизован ЕРП систем подразумева (Denić *et al.*, 2016а) ефективно планирање са контролом ресурса унутар грађевинског предузећа, аутоматизацијом и повезивањем сваког пословног процеса, који све делове грађевинског предузећа повезују у једну интегрисану целину (слика 7.8.).

ЕРП системи не представљају више само један производ (Gluchowski *et al.*, 2007.) већ пружају повезане понуде. БИМ модел се формира за потребе сваког појединог пројекта и повезује све учеснике у пројекту (Vadrinath *et al.*, 2016). Један пројект, иако може бити доста комплексан, само је мали сегмент читавог пословања грађевинског предузећа. Све податке пројекта и све податке појединачног БИМ модела неопходно је повезати са ЕРП системом.

Таква интеграција ће омогућити несметано извршавање процеса у појединачним системима, размену података и свих информација између система, као и праћење пословања целог грађевинског предузећа (Santos, 2009).



Слика 7.8. Централизоване ЕРП системе

Ефикасном обрадом складишта података не само да би се могло утицати на пословање грађевинског предузећа, већ би се могла обезбедити конкурентска предност. Да би то могло ефикасно функционисати у пракси неопходно је да грађевинско предузеће располаже свим неопходним интерним и историјским подацима, подацима из окружења и са електронског тржишта и берзе, те да располаже ефикасним софтверима (алатима) за рударење података. Сви ови проблеми су препознати у пракси (Ћуш - Бабић *et al.*, 2014) па се почео развијати модел интеграције БИМ и ЕРП система:

1. *CERP* модел интеграције унутар којег су учесници пројекта повезани са пословним процесима, а што је остварено коришћењем једног интегрисаног информационог система са централизованом базом (Tatari *et al.*, 2008);
2. Други модел подразумева интеграцију ЕРП и САД система са градилиштем тако што је БИМ модел дефинисан помоћу САД софтвера (просторне информације) и *Microsoft Project* софтвера (временске информације), и као такав одређује све процесе у ЕРП систему (Ћуш - Бабић *et al.*, 2014);
3. Трећи модел интегрише ЕРП, БИМ и ПЛМ (*Product Lifecycle Management (PLM)*). У овом моделу се БИМ систем користи за креирање база података из којих се подаци преносе у ПЛМ - систем за управљање животним циклусом производа, па се касније спроводи интеграција ЕРП и ПЛМ система (Holzer, 2014).

7.9. Концептуални модел интелигентног информационог система

Анализом наведених модела интеграције (Tatari *et al.*, 2008; Ћуш - Бабић *et al.*, 2014; Holzer, 2014), а и следећих (Santos, 2009; Chen and Ping, 2017; Kolarić and Vukomanović, 2017)

познатих модела интеграције ЕРП и БИМ система, може се приметити да се концепти БИМ технологије не примењују у свом пуном облику код већине модела, већ БИМ представља само централизовану базу података, као и место комуникације учесника у пројекту (Holzer, 2014). Стандардни проток информација кроз систем још увек није у потпуности дефинисан.

Контрола извођења пројекта се још увек обавља на основу првобитно процењених података из пројектне документације који нису понекад једнаки стварним нарученим, уграђеним те наплаћеним количинама. Подаци унутар пројекта, одвајањем наведених система, никада нису у потпуности ажурни и тачни. Још увек треба радити на моделовању стандардног протока информација међу системима, те моделовању комуникације између грађевинског предузећа и пројекта.



Слика 7.9. Предлог интеграције ЕРП и БИМ система уз коришћење ГИС алата, са употребом дронова и ИоТ-а

На слици 7.9. приказан је предлог концептуалног модела интелигентног информационог система за грађевинска предузећа у Републици Србији која се баве нискоградњом, а који обухвата:

- Централизовани ЕРП систем грађевинског предузећа;
- БИМ систем;
- Употребу ГИС алата;
- Употребу дронова;
- Употребу сензора и интернет ствари (ИоТ) и
- Складиште података у облаку са ВІ софтвером (Саас).

8. УПРАВЉАЊЕ ИТ ПРОЈЕКТИМА, ТЕХНОЛОГИЈОМ И РИЗИКОМ

Свако грађевинско предузеће ће у једном тренутку проћи кроз транзицију или промену, како би остало конкурентно на тржишту и како би задржало своју конкурентску предност. Било да се спроводи реструктурирање или реорганизација, да долази до спајања са другим предузећем, или да се уводе нове технологије, ове промене могу имати значајан утицај на даљи правац развоја пословања грађевинског предузећа.

Организациона промена односи се на акције у којима предузеће мења главну компоненту своје организације, попут културе, основних и пратећих технологија или инфраструктуре које користи за рад, или мења своје интерне процесе. Промене су неопходне и њима се мора управљати, ако је циљ развијање и имплементација информационог система или нових информационо-технолошких технологија, који ће задовољити функционалне, временске и буџетске оквире, дефинисане у пројектном плану, односно у пројекту увођења нових информационо-технолошких технологија.

ИТ пројекти се разликују од осталих пројеката, јер су сложенији и изложени потенцијалним ризицима и опасностима свих врста (комплексност, тимови са великим бројем чланова, потешкоће у контроли и управљању, недостатак радне дисциплине и јасне спецификације, као и недовољна прецизност у утврђивању трошкова и рокова) које их спречавају да постигну успех (Montequin *et al.*, 2016).

Данас, ефикасност савременог пословања у великој мери зависи од примене информационо-технолошких технологија (ИТ) у решавању сложених пословних задатака и пројеката. У пракси, ИТ пројекат може да представља план увођења информационог система у предузеће, план увођења нових информационо-комуникационих технологија у виду хардверских и/или софтверских решења и план обуке за кориснике (Vujić *et al.*, 2020). У студији (Maguire, 2000) се истражује шта је потребно урадити у организацијама приликом имплементације новог информационог система или технологије, где је утврђено да постоји потреба за развојем методологије, која би акценат ставила на промене из перспективе вођене пословањем.

Управљање пројектима, више није искључиво методологија која се користи у индустријском окружењу, већ се као дисциплина проширила и примењује се, између осталог, и у сектору информационо-технолошких технологија, у грађевинарству, у сектору људских ресурса и у многим другим организацијама (Walker and Lloyd-Walker, 2016). Управљање пројектима је главни алат, одабран за имплементацију стратегије и за постизање кључних пословних циљева, као што је увођење нових информационо-технолошких технологија у грађевинско предузеће. Стога, ово више није искључива одговорност појединца - руководиоца пројекта, већ целог грађевинског предузећа.

У савременом пословању, више него икада пре, ИТ има велику улогу у организовању и вођењу свакодневних активности грађевинског предузећа. Добрим делом, управљање предузећем и његовим пословним процесима, не сме да буде угрожено неуспехом увођења нових информационо-технолошких технологија, па је главни императив предузећа да обезбеди да стратешки циљеви пословања, не буду угрожени неуспехом ИТ пројекта.

8. 1. Управљање технологијом

Када предузећа уводе нове технологије у своје пословање, постоји потенцијал за значајну трансформацију у пословним процесима предузећа, као и у повећању њихових пословних перформанси. Ако предузеће креира оквир и планове за увођење и коришћење

нових технологија, имаће веће шансе да сачува своју тржишну позицију и конкурентску предност, у односу на предузећа која немају план управљања технологијом, или ако га имају, не управљају технологијом на прави начин (Harrison and Samson, 2003). Циљ управљања технологијом је повећање исплативости улагања у развој, имплементацију и коришћење нове технологије, која доприноси повећању вредности предузећа.

Управљање технологијом подразумева спајање људи и технологије, у циљу заједничког рада, како би се добио очекивани резултат, што је скуп систематских метода за управљање процесом примене знања за проширење људских активности и производње дефинисаних производа (Li-Hua, 2007). Ефективно управљање технологијом синтетиче најбоље идеје са свих страна: академске, практичне и технолошке.

Још један приступ управљању технологијом, представљен је у (Sheard and Lake, 1998), где управљање технологијом укључује идентификовање технологија примењених на тренутне производе и процесе; праћење напредовања тренутно коришћених технологија кроз њихов животни циклус; идентификовање, одабир, процену и улагање у нове технологије и укључивање одговарајућих технологија у производе и процесе организације, у циљу постизања конкурентске предности. Овај модел пружа здрав приступ стратешком управљању технологијом, ради испуњавања пословних циљева и управљања технолошким ризицима и на нивоу ИТ пројекта и на нивоу целог предузећа.

Идентификовање технологије је чин препознавања оних технологија које се већ користе, као и технологија у настајању, које би могле бити корисне за клијенте и пословање предузећа. Идентификована технолошка база, технолошки трендови и прогнозе, реметилачке (eng. *disruptive*) технологије, захтеви клијената, планови клијената и пословна база служе као улазни подаци за овај процес. Технолошка база је дефинисана као скуп технологија које се тренутно користе. Једном када се технологије идентификују, технике управљања ризиком осигуравају правилно разумевање положаја одређених технологија у односу на животни циклус технологије. На пример, технологије у настајању су мање зреле, дакле ризичније од оних које су већ у процесу усвајања и увођења у пословне процесе предузећа.

Мониторинг или праћење технологије је стални напор, који може да пружи податке о критичним догађајима, као подршку одлукама о управљању ризицима. Утврдивши технолошку базу и потенцијалне реметилачке технологије за надгледање, наставља се процена способности предузећа за коришћење одређене технологије. Ова процена треба да пружи потребне информације за анализу управљања ризиком, указујући на снаге и слабости предузећа. Ниво зрелости одређене технологије је кључни фактор у одабиру могућих технолошких решења за даљу процену и избор технологије. Мониторинг се спроводи на много различитих начина: редовним присуством конференцијама; истраживањем литературе; праћењем истраживања и развоја на универзитетима, истраживачким лабораторијама и „*start-up*“ компанијама и сл. Све наведено треба да смањи ризик у овој области, коришћењем систематичније и аутоматизованије методе праћења нових технологија.

Процена и одабир технологије може одлично да уравни технологишки ризик и корист од коришћења технологије, како бисмо били сигурни да смо одабрали најбоље технолошко решење за примену у грађевинском предузећу. Будући да технолошки напредак наставља да се убрзава, рок употребе ових анализа за неку поновну употребу је врло ограничен. За поступак процене и одабира технологије, користи се процес идентификације ризика, анализе ризика и одређивања приоритета, како бисмо осигурали да утицај ризика повезан са коришћењем нових технологија буде минималан. У развоју технолошког плана, управљање ризицима је од највеће важности. У овом делу процеса управљања технолошким

променама, идентификује се ризик повезан са планираном употребом одређене технологије и осмишљавају се стратегије ублажавања како би се смањио укупан ризик.

Имплементација и почетак примене нових технологија је последњи корак у процесу увођења нових технологија, где је потребно дефинисати специфичне улоге, које ће имати све заинтересоване стране у процесу, како би се осигурало да транзиција буде успешна. Примена нових технологија или спајање нове технологије са постојећим системима у грађевинском предузећу, представља посебан ризик, који је потребно ублажити у складу са усвојеним планом и акцијама за ублажавање ризика. Могу се појавити ограничења у виду компатибилности нове технологије са осталим компонентама у структури и архитектури грађевинског предузећа и његових пословних процеса, што опет може да узрокује појаву одређених ризика, чији утицај треба, континуираним праћењем и поновном анализом, свести на минимум.

8. 2. Управљање ризиком

Ризик има пресудну улогу у сваком послу. Готово свака пословна одлука захтева од руководиоца и менаџера да уравнотеже ризик и пословну корист. Ефикасно управљање пословним ризицима је од суштинског значаја за успех предузећа (Beasley, 2020). Иако не постоји јединствена идентификација ризика, он игра значајну улогу у доношењу одлука у организацијама. Дакле, треба прихватити да је ризик свуда присутан, у сваком послу и у свим аспектима нашег свакодневног живота, и потребно је научити како њиме правилно управљати.

За предузећа, ризик представља могућност да се догоди нешто што може утицати на предузеће и његове оперативне и стратешке циљеве. Ризик је неизвесан догађај или стање који, ако се догоди, има утицаја на најмање један циљ неког пројекта, где циљеви могу бити дефинисани кроз обим посла, рокове, трошкове и квалитет (PMBOK Guide, 2008). Ризик може имати један или више узрока, а ако се догоди, може имати једну или више последица. Узрок може бити захтев, претпоставка, ограничење или услов који ствара могућност негативног или позитивног исхода. Међутим, потребно је научити да се уравнотеже могуће негативне последице ризика и потенцијалне користи, повезане с пословном приликом коју прати ризик.

Да би управљала тим ризицима, грађевинска предузећа морају примењивати алате и технике за управљање ризиком, са којим се суочавају током вођења свог пословања. Управљање ризиком је дисциплина која се фокусира на идентификацију, процену, превенцију и планирање одговора на појаву ризика (PMBOK Guide, 2008). У пословању грађевинског предузећа, сви његови сектори су изложени ризику, па и увођење и употреба нових информационих технологија није изузетак.

Ризици повезани са увођењем нових информационих технологија све су очигледнији и на дневном су реду сваког руководства, јер неуспех ИТ пројекта може имати погубне последице за предузеће. Међутим, подједнако битан ризик за предузеће је и пропуштање прилике да се искористе све предности ИТ-а, као што је, рецимо, побољшање конкурентске предности или оперативне ефикасности. Гарднер и Аш (Gardner and Ash, 2003) сматрају да се у организацијама, у којима се уводе нове информационо-комуникационе технологије, промене генеришу у комуникацији и контакту између људи и нових технологија, који су носиоци промена, те предлажу да њима треба управљати и обликовати их узајамним прилагођавањем приступа управљању променама, које користе ИТ стручњаци, менаџери и друге заинтересоване стране у процесу.

У пројектима развоја, имплементације и примене информационих система у предузећима, важан део процеса је и управљање променама. Због тога, управљање променама, заједно са управљањем ризицима и различитим методологијама развоја и примене информационог система, могу играти веома значајну улогу у успешној реализацији ИТ пројеката (Ćirić and Raković, 2010).

Ризике ИТ-а препознајемо као пословне ризике повезане са употребом, функционисањем, интегрисањем, усвајањем и утицајем информационих технологија у предузећу (СОВИТ 5, 2012), који се састоје од догађаја повезаних са информационим технологијама, који могу потенцијално утицати на пословање. Значај ИТ ризика заснива се на комбинацији утицаја (какав би утицај ризик имао на организацију да се појавио) и вероватноће (вероватноће да се ризик догоди). Тако, на пример, пре доношења одлуке о увођењу рачунарства у облаку у пословне процесе предузећа, оно прво мора да процени ризике и предности, тј. користи од употребе рачунарства у облаку, као нове технологије у свом предузећу (Avram, 2014).

Иако суочавање са ризиком који је повезан са ИТ-ом није нова тема, и с обзиром да је преузимање ризика свакодневни део управљања предузећем, разумевање природе ризика који се односи на употребу нових информационих технологија и даље представља изазов у пословном окружењу. Техничка сложеност и неразумевање ризика могу довести до тога да се неки значајни ризици превиде, а да се другим, мање значајним ризицима, посвети непотребно више пажње. Стога је правилно управљање ИТ ризицима, велики изазов и важно искуство за руководиоце и менаџере, суочене са спровођењем технички сложених ИТ пројеката. Анализа ризика, учешће корисника и подршка највишег руководства, примери су фактора успеха за које се испоставило да су посебно важни за исход ИТ пројеката и које су истакли руководиоци пројеката (von Württemberg *et al.*, 2011).

Приликом процене ИТ ризика, прво питање које треба поставити је: како се може измерити степен ризика, који преузима организација, с обзиром на тренутне методе пословања? Главно питање је: који је то начин за управљање целокупним ИТ ризиком, и да ли такав начин постоји. С обзиром да не постоји пројекат без ризика, тада менаџери и руководиоци траже јединствени оквир најбољих пракси, за управљање ризиком повезаним са ИТ-ом (Liela *et al.*, 2012).

Бартоли и Хермел (Bartoli and Hermel, 2004) истражују проблеме квалитета ИТ пројеката и увођења ИТ иновација у предузећа, што резултира неквалитетом у целокупном пословању предузећа. Да би се смањили ови ризици, имплементација и употреба ИТ-а у грађевинским предузећима, морају бити брижљиво осмишљени и контролисани кроз контролисани процес промена, са свим својим глобалним ефектима, узимајући у обзир и стратешке, структурне и културолошке баријере.

Управљање ризиком могу чинити различите ствари, на различитим врстама пројеката. На великим пројектима, стратегије управљања ризицима могу обухватати опсежно и детаљно планирање за сваки ризик, како би се осигурало да постоје стратегије ублажавања ризика, уколико се он појави. За мање пројекте, управљање ризиком може значити једноставну, приоритетну листу ризика високог, средњег и ниског приоритета.

8. 3. Управљање ИТ пројектима, пројектно планирање и фактори успеха ИТ пројеката

Грађевинска предузећа улажу значајна средства у ИТ пројекте, надајући се да ће стећи конкурентску предност, раст и побољшање продуктивности. Успех и неуспех пројекта су једно од поља у управљању пројектима о којима се најчешће расправља. Планирање пројекта је

важан део управљања пројектом и снажно утиче на позитиван исход пројекта, јер је препознато као најефикасније у подржавању успеха пројекта (Tesfaye *et al.*, 2017). Међутим, слабости у стратегији и пројектном планирању, доводе до недостатка пословне подршке, неефикасне употребе ресурса, лоших процена, лоше контроле обима рада и повећања ризика.

У великом броју научних студија, дошло се до закључка да добро дефинисани пројектни планови играју важну улогу у успеху ИТ пројеката (Almgren, 2014). У новије време, различити фактори доприносе успеху пројеката: организациони, људски, фактори управљања пројектом, фактори квалитета и технички фактори. У многим студијама, истраживачи су покушавали да истраже и идентификују критичне факторе успеха у планирању пројеката, који доводе до успеха пројекта.

Пројектно планирање је процес у којем се активности на пројекту детаљно разрађују и планирају, у зависности од доступности ресурса, где се дефинише обим пројекта, израда плана управљања пројектом и одређивање рокова и коштања пројекта (PMBOK Guide, 2008). То је динамичан процес и с времена на време га треба ревидирати или прегледати, када се добију нове информације, које можда захтевају промену плана. Основна сврха планирања је смањење неизвесности (Serrador, 2013), па је стога улога планирања повезана са различитим контекстима у организацијама.

Има много различитих значења када се говори о успеху неког пројекта. Пројекат се може сматрати успешним ако су испуњени захтеви или очекивања заинтересованих страна у пројекту. Успех пројекта се може дефинисати као постизање завршетка пројекта на време, у оквиру буџета и постизања унапред дефинисаних циљева пројекта (Karlsen *et al.*, 2006). Маршал (Marshall, 2007) тврди да је успех пројекта постигнуће које укључује испуњење плана, циљеве буџета, користи за клијенте, припрему организације за будућност као и комерцијални успех. Пројекат се може сматрати успешним, не само ако је завршен са циљним трошковима, у предвиђеном року, са испуњеним очекивања свих заинтересованих страна (запослени, менаџмент, клијенти, добављачи), већ и ако је пројекат извршен ефикасно и ефективно (Bekhet and Sofian, 2018). Према (Sudhakar, 2012), успех пројекта укључује две компоненте: успех у управљању пројектом и успех у добијању крајњег, пројектом дефинисаног производа или услуге.

Током 2020. аутор овог рада спровео је истраживање (Vuјović *et al.*, 2020), са циљем анализе два фактора од којих зависи успех ИТ пројекта: планирање пројекта и управљање ризицима пројекта. Резултати анализе засновани су на истраживању, које је аутор спровео у 9 пољопривредних школа у Републици Србији, у вези са увођењем информационих технологија за побољшање примарне пољопривредне производње и повећања ефикасности прерађивачких капацитета, у контексту планирања пројеката и управљањем ризицима у тим пројектима. Треба нагласити да се ради о економским активностима ових пољопривредних школа, које на овај начин излазе на тржиште хране и понашају се у складу са правилима тржишта. Главни задатак истраживања био је да се утврди колико менаџера пројекта и других учесника у пројекту, на прави начин врши управљање ризиком у пројекту, колико су различити њихови приступи и какво је стварно стање у односу на одређена правила управљања пројектима.

Како је обука битан елемент сваког плана управљања ризиком, без формалног напора у обуци, приступ управљању ризиком највероватније неће бити прихваћен, а још мање ће га следити сви учесници пројекта. Потребно је континуирано едуковати запослене, како би имали свест и сазнања о политикама и процедурама управљања ризиком, са сталним истицањем посвећености организације управљању ризицима. Обука је често заборављени аспект спровођења политике управљања ризиком, међутим, ово је посебно кључна функција за успостављање ефикасног приступа управљању ризицима и његових различитих елемената.

У табели 8.1. приказани су одговори на питање о учешћу менаџера у обуци за управљање пројектима, где видимо да је 2/3 менаџера прошло наведену обуку.

Табела 8.1. Учешће менаџера у обуци за управљање пројектима (Vuјović *et al.*, 2020)

Учешће у обуци за управљање пројектима	Од 17 анкет.	%
Да.	11	64,71
Не.	6	35,29

Табела 8.2. приказује одговоре на питање да ли менаџери, у пројектима у којима учествују, разматрају потенцијалне ризике, који се могу појавити у току реализације пројекта. Одговори показују да велика већина менаџера, 82,35%, спроводи комплетну анализу могућих ризика на пројекту.

Табела 8.2. Разматрање ризика на пројектима (Vuјović *et al.*, 2020)

Разматрање ризика на пројектима	Од 17 анкет.	%
Комплетна анализа ризика.	14	82,35
Делимична анализа ризика.	3	17,65
Анализа ризика није урађена.	0	0,00

Управљање пројектним ризиком је поступак препознавања, анализирања и реаговања на било који ризик, који се јавља током животног циклуса пројекта, како би пројекат испунио свој циљ. Управљање ризиком није само реактиван процес; то би требало да буде део процеса планирања, да би се утврдио могући догађај који би био идентификован као ризик у пројекту и како се тај ризик контролише, ако се заиста и догоди, у току реализације пројекта.

Ризик је све оно што би потенцијално могло утицати на временски распоред, учинак или буџет неког пројекта. Ризици су могући потенцијални догађаји, и у контексту управљања пројектом, ако се заиста и појаве, они се онда класификују као „питања“ или „проблеми“, који се морају решавати. Дакле, можемо рећи, да је управљање пројектним ризиком, поступак идентификовања, категоризације, одређивања приоритета и планирања ризика пре него што постану проблеми.

Табела 8.3. Познавање правила управљања пројектним ризиком (Vuјović *et al.*, 2020)

Познавање правила управљања пројектним ризиком	Од 17 анкет.	%
Да.	10	58,82
Не.	7	41,18

Из табеле 8.3. видимо да 58,82% менаџера познаје правила управљања пројектним ризиком, док је 76,47% менаџера имплементирало план управљања ризиком у свој ИТ пројекат, што се може видети из резултата у табели 8.4.

Претходна теоријска разматрања и наведени резултати научних студија из овог поглавља, као и приказани резултати истраживања из 2020. које је аутор овог рада спровео, недвосмислено показују да неадекватно планирање пројекта, недовољно припремљен пројектни план и лош пројекат управљања ризиком, доводе до неуспеха и колапса ИТ пројекта у било којој организацији или предузећу (Vuјović *et al.*, 2020).

Табела 8.4. Имплементација плана управљања ризиком (Vuјović *et al.*, 2020)

Имплементација плана управљања ризиком	Од 17 анкет.	%
Да.	13	76,47
Не.	3	17,65
Не знам.	1	5,88

Да је претходни закључак универзалан и непроменљив, показују и резултати истраживања које је 1999. године спроведено у Канади, на узорку од 176 организација (100 из приватног сектора и 76 из јавног сектора), где је непобитно доказано да је главни разлог за неуспех ИТ пројеката, неадекватно управљање ризиком и лош пројектни план (Whittaker, 1999). Ово јасно указује на то, да су процеси у управљању пројектима, заједнички за различите индустрије, организације и врсте пројеката (Besner and Hobbs, 2008), те можемо закључити да се резултати истраживања у пољопривредним школама, могу применити и на остале организације, укључујући и грађевинска предузећа.

Управљање пројектима је генерички пословни процес у великом броју индустријских сектора, од аутомобилске индустрије до грађевине, од филмске индустрије до фармацеутских производа, и треба да буде прихваћено као кључна дисциплина менаџмента и обавезна компетенција менаџера (Winch, 2000). Из тог разлога, знање и вештине у управљању пројектима постају све важнији ресурс сваке успешне организације, било да је у питању грађевинско предузеће или пољопривредна школа.

Аутори (Besner and Hobbs, 2008), на основу резултата истраживања у 750 организација, потврђују став да је упркос варијацијама и специфичностима примене у пракси, управљање пројектима генеричка дисциплина, са широким спектром применљивости. Пројекти су обично мултидисциплинарни и стога управљање пројектима укључује велики број сложених активности у планирању, координацији и контроли из различитих области пословања: продаје, маркетинга, изградње, ИТ-а, итд. (Vuјović *et al.*, 2020).

Одлуку о увођењу нових информационих технологија у грађевинско предузеће или у пољопривредну школу не доноси само једна особа. Увек је укључен читав тим људи, јер треба пронаћи одговоре на многа сложена питања, да би се донела права одлука који информациони систем или софтверско решење купити и имплементирати. Када је укључено највише руководство, потребне и исправне одлуке могу се доносити много брже, а одговорност за сваку одлуку и спровођење тих одлука расте, што се одражава и на коначне резултате и успех ИТ пројекта.

Код грађевинског предузећа и у организацији пољопривредне школе, постоје бројни процеси који су заједнички, попут праћења финансија, кадрова, евидентирања присуства и одсуства, одређивања трошкова пољопривредне производње и крајње цене производа, вођење магацина готових производа, руковања процедурама пријема и отпреме робе, и сл. Ово јасно указује на то да су процеси у управљању пројектима, заједнички за различите индустрије, организације и врсте пројеката (Besner and Hobbs, 2008).

Обе организације, и грађевинско предузеће и пољопривредна школа, имају своје начине приступа и извршавања ових процеса, када се они раде ручно. Међутим, при увођењу информационих система и нових информационих технологија, када нови, аутоматизовани систем управљања дође до изражаја, већину ових процеса треба редизајнирати кроз поступак реинжењеринга. Процесе треба модификовати тако да се уклапају у функционалности новог софтверског решења и нових технологија, јер реинжењеринг помаже у постизању ефикаснијих резултата. С друге стране, ако обе организације већ користите неки информациони систем, и

заинтересоване су за даља побољшања, тада могу да се одлуче за прилагођавање, које ће им помоћи да додају нову вредност различитим процесима у организацији и постигну боље резултате.

Уобичајено је да, у току фазе имплементације ИТ пројекта, запослени имају отпор према променама и иновацијама (Zwick, 2020), тј. према увођењу и коришћењу нових технологија, као и да негодују због имплементације новог софтверског решења, без обзира да ли се ради о грађевинском предузећу или о пољопривредној школи. Имплементација се не завршава увођењем новог софтверског решења у организациони систем, јер ће се промене десити и у различитим одељењима и секторима организације, па треба поступати врло опрезно и прилагодити темпо брзини усвајања промена од стране запослених, уместо да се жури кроз процес имплементације.

Кроз фазу имплементације ИТ пројекта, треба обезбедити обуку крајњих корисника, како би разумели комплексност и функционалност информационог система и употребу нових технологија, које ће бити уведене у пословне процесе грађевинског предузећа или пољопривредне школе. Обука такође помаже у добијању максималне користи, смањењу трошкова, уштеди времена и смањењу укупног труда и напора, да се фаза имплементације ИТ пројекта заврши успешно.

Без сумње, ефикасно управљање свим великим ИТ пројектима, као што је увођење нових информационих технологија у грађевинска предузећа у Србији, је нови и јединствени изазов, који захтева употребу разних метода пројектног планирања, управљања технологијом, управљања пројектима и ризиком, као и контролних метода, које се у прошлости нису често користиле. Сама величина ових пројеката захтева централизовану контролу, строгу дисциплину и опсежно праћење исхода пројеката, како би грађевинско предузеће осигурало успешну реализацију ИТ пројекта и његов основни циљ: побољшање свог пословања кроз унапређење информационог система и увођење нових информационих технологија у своје пословне и производне процесе.

9. УНАПРЕЂЕЊА ПРИМЕНЕ ИНФОРМАЦИОНИХ СИСТЕМА У ГРАЂЕВИНСКИМ ПРЕДУЗЕЋИМА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Своје пословање грађевинска предузећа заснивају на трошковним, временским и локацијским променљивим. Да би имплементирала пројекат, троше различите људске и материјалне ресурсе који су доступни изван и унутар предузећа. При томе, настоје да остваре равнотежу између стварног рада и унутрашњих капацитета, уз максимално искоришћење властитих ресурса (Tatari *et al.*, 2008). Грађевинска предузећа сада користе и велики број специјализованих рачунарских апликација (Matthew *et al.*, 2001) у сврху планирања, прорачуна, статичке анализе, квалитетније комуникације, ефикаснијег праћења процеса и сл. Развојем БИМ технологије, као што је истакнуто у Поглављу 7, такав развој се усмерава према једном концепту који повезује рад свих учесника пројекта.

9. 1. Нове технологије за нову градњу

Ако посматрамо процес изградње путева, он је на почетку најчешће увек исти. Ради се идејни пројект, а његов наручилац може бити локална самоуправа, општина, град, покрајина, и на крају држава у којој се пут гради. Идејни пројекат израђује пројектант, на основу пројектног задатка, а за израду идејног пројекта користи неки од *CAD* софтвера, као што су *Autodesk Revit* или *ArchiCAD*, а постоје и многи други. Подлоге за ове планове су слике са сателита или фотографије терена снимљене помоћу дрона, јер се у пракси врло често дешава да пројектант не излази на терен како би посетио и видео места на којима ће се изводити грађевински радови. Тако припремљени идејни пројект у папирном облику прослеђује грађевинској фирми, која је на јавном тендеру добила посао изградње саобраћајнице односно пута. У развијеним земљама света, које подржавају коришћење нових дигиталних технологија у грађевинском сектору у пројектовању и изградњи (Smith, 2014), се уместо штампаних пројеката, цртежа и планова на папиру, израђују пројекти у дигиталном формату. Дигитални материјали се делимично користе за класичне планове, затим у системима за аутоматску контролу машина, те у мобилним уређајима које користе грађевински радници на градилишту у току процеса управљања градилиштем.

Нове технологије омогућавају да се захваљујући *GPS*-у смањи број излазака на терен од стране геометра који са мерним инструментима снима и обрађује податке о изведеним радовима на градилишту. Коришћењем дрона и *GPS*-а, потребна мерења се врше знатно лакше, а измерени подаци се преносе у рачунаре који су постављени на командне табле грађевинских машина које изводе грађевинске радове.

Рачунар преузима обраду података са сензора који су постављени на покретним деловима грађевинских машина, као што су ископна кашика, рука багера, раоник на булдозеру или грејдеру, и у комбинацији са очитаном позицијом машине преко *GPS* уређаја, даје инструкције руковаоцу машине о потребном раду на месту на којем се машина налази, а све у складу са пројектованим решењем на тој позицији. Доста компанија већ сада испоручује опрему засновану на новим технолошким решењима за дигитални процес изградње и машинску контролу, а неке од познатијих су: Trimble, Leica, Topcon и Novatron.

Код свих произвођача одговарајуће специјализоване рачунарске опреме, подаци који су засновани на *GPS* позиционирању се приказују на сличан начин. Проучавањем посебне области нискоградње – изградњом коловоза, и то праћењем и контролом грађевинских машина које обављају земљане радове, бавио се аутор Навон (Navon, 2007). Мануелно праћење и

контрола процеса извођења ове врсте радова нису дале очекиване резултате. Ако се узме у обзир да је мануелни мониторинг врло интензиван у смислу ангажовања радне снаге, грађевински инжењери морају да бирају између мониторинга заснованог на грубим проценама, или ће проводити много времена у прикупљању и обради података. Овај други избор их одвраћа од многих других важних дужности на градилишту. Сврха датог модела је да се подаци аутоматски прикупљају и обрађују, што обезбеђује менаџерима информације у реалном времену. Модел је развијен за изградњу путева. Он користи GPS технологију позиционирања за аутоматско прикупљање података и бележи локације свих машина које раде на пројекту. Посебно развијени алгоритми претварају ове локације у контролисане информације, које се тичу продуктивности, трајања активности, напретка радова и стварног утрошка материјала. Модел је био имплементиран и тестиран 3 недеље у пројекту изградње путева. Модел је мерио извођење четири активности, и вршено је поређење у односу на мануелно мерење истих параметара. Ово поређење је показало да је модел имао одступање од $\pm 4-5\%$ (Navon, 2007).

Сада се специјализовани софтвер може инсталирати на рачунаре у машинама различитих произвођача, тако да не морамо користити софтвер који долази претходно инсталиран на машину, а чије функционалности нису довољне за наш процес рада. Један од стандарда поставља фински *Infrakit*, (<https://infrakit.com>), нудећи софтвер који обезбеђује да се рад машина на терену потпуно пребаци у дигитални запис, надограђујући га тако на модел контроле машина. Такав софтвер обезбеђује да се преко спољашње преносиве меморије учита план или преузму статистички подаци, а руководиоци градилишта да те податке могу добити преко паметног телефона, лаптопа или десктоп рачунара. Софтвер ће све машине и уређаје повезати са одговарајућим сервером (у рачунском центру), па сваки радник на терену може приступити подацима и информацијама у складу са његовим потребама и дозволама за приступ подацима. Такав специјализовани софтвер може да обезбеди податке за сваку машину. То могу бити сви неопходни подаци о радним сатима сваке машине, време када није радила, колики је учинак остварила, као и све друге податке и информације који су значајни, а потребни за праћење.

Софтвер за управљање грађевинским пројектима неће моћи да анализира напредак радова ако нема податке за обраду. А у дану може да постоји преко хиљаду извештаја које треба свакодневно анализирати. Због тога софтвер увек ради интегрисан са рачунарством у облаку. Облак прикупља све податке, које уноси у софтвер тако да их може лакше и тачније мерити и упоређивати. На тај начин се може пратити комплетан напредак радова и проверити како се реализација пројекта спроводи у складу са динамичким планом и договореним роковима. Сада руководиоци градилишта може да прати преко апликације на мобилном уређају, све планове и дешавања на терену. Софтвер који омогућава комуникацију са корисницима је одговарајућа web апликација која не мора бити везана за посебан уређај, иако се најчешће испоручује заједно са мобилним уређајем а њој се може директно приступити преко рачунара из саме канцеларије.

Увођење дигиталног процеса вођења грађевинских радова још увек је на почетку, и највише се користи у западној Европи, а све више налази примену и у САД (Smith, 2014). Аутоматизовани процеси знатно олакшавају рад грађевинског предузећа које изводи радове, од руководиоца градилишта па до радника у канцеларији и руковалаца у машинама. Иновативна грађевинска предузећа у Србији би требала да размисле о инвестирању у дигиталне системе вођења и праћења грађевинских радова. Постоје и додатни софтвери за надгледање радова што би знатно отежало крађе и злоупотребе на градилиштима.

9. 2. Унапређење рада уз примену ИКТ: квалитетни кадрови и знање

Информационо-комуникационе технологије (ИКТ) су тренутно један од главних покретача развоја и раста економије у овом веку. Класична производња рачунара и неопходних рачунарских технологија помера се ка софтверској индустрији и рачунарско-телекомуникационим услугама. Неопходна додатна вредност се генерише највише у области софтвера и рачунарско-телекомуникационих услуга. Цена рачунара, и мобилних уређаја је доста ниска, па се без неких великих инвестиција могу отворати нова радна места. Најзначајнија улагања у софтверској и хардверској индустрији су улагање у знање и перманентно образовање свих запослених. Стицање и примена неопходног знања у области нових технологија су такви да се мора стално иновирати, па је неопходно стално учење током целог радног века, да би запослени током свог рада могли обезбедити значајан пословни допринос. У овој области раније стечена знања углавном брзо застаревају те постају мање употребљива.

Према истраживању ОЕЦД-а (Reynolds, 2009), повећање улагања у електронске комуникације за 8%, утиче на повећање БДП за 1%. У периоду од 2010. до 2019. године забележен је динамичан раст овог сектора. Наиме, раст бруто домаће вредности (БДВ) саобраћаја, складиштења и веза повећавала се по високој годишњој просечној стопи од 14,9%, у чему су телекомуникације учествовале са око 44 % (Службени гласник РС, бр. 55, од 27. јула 2011.). У нашим условима, област електронских комуникација и информационог друштва је обухваћена „Дигиталном агендом Србије“. Информационо друштво, друштво засновано на знању и новим технологијама довешће до унапређења рада у свим областима привредног и друштвеног живота. Недостаје квалитетан кадар за примену и развој нових технологија, посебно у софтверском инжењерингу. У том смислу, софтверске компаније се могу сврстати у три групе (Службени гласник РС, бр. 55, од 27. јула 2011.):

- Компаније које развијају софтвер за страног наручиоца или део софтвера за неке веће системе или пројекте. Обично се радно време усклађује са радним временом у држави наручиоца. Софтвере за развој и стандарде најчешће намеће наручиоц;
- Компаније које развијају софтвер за домаћег наручиоца или по жељама познатог наручиоца. Сва својинска интелектуална права остају у Србији, што није случај у првој категорији. Дobar квалитет софтвера им омогућава и продају на светском тржишту;
- Трећа категорија компанија настала је еволуцијом друге, а оне могу у будућности да доносе значајан профит. Њихови софтвери могу успети на светском тржишту ако се имају врхунски тимови, са добрим идејама за развој пројекта.

Врхунски менаџери у грађевинским предузећима граде свој тим, поверавају велике послове младим људима, дајући им прилику да расту са њима. Раде и размишљају о пројектима, по принципу кључ у руке. Они граде свој професионални сан и своје предузеће, делегирајући одлучивање и одговорност на младе и способне. Раде на целовитим решењима са великом љубављу, посвећеношћу, а при томе настају и најбољи резултати. Раде у тиму, јер је то и највећи професионални изазов за све њих, да покажу колико могу и да потврде своју професионалност и квалитет. Велики успеси не могу се остварити без доброг тима, а њега чине људи, њихово знање и спремност да се посвете послу, што је и највећи квалитет тима.

Циљ тима је да поједностављује процес рада сталним реинжењерингом процеса, да понуди уштеду свих ресурса, а при томе да на једном месту учини доступним све што им може бити од користи за брзо доношење најбољих одлука (Denić *et al.*, 2016a). Да би то остварили, морају користити најновија технолошка решења заснована на базама знања, пословној

интелигенцији и рачунарским мрежама. Такав тим подржава образовање и едукацију својих запослених, и прати младе таленте већ од средње школе, а посебно на високо-школском образовању.

9. 3. Најчешћи кривац за несреће на градилиштима

Грађевинарство спада у тешку индустрију због коришћења велике механизације и опреме и због сложености укупних производних процеса. Није лако обезбедити потребну радну снагу на градилиштима, која треба да ради у тешким радним условима са опасним материјалима и у близини великих грађевинских машина. Изградња је изузетно сложен посао, што значи да се прилично сложени задаци морају обављати истовремено.

Повреде на раду узрокују озбиљне социјалне и економске проблеме због физичких повреда и губитка живота. Сваке године се у свету у грађевинском сектору догоди 60.000 смртних случајева, а један радник умре због повреде на раду на сваких 10 минута (International Labour Office, 2005).

Грађевински сектор укључује високо ризичне послове због својих производних и радно интензивних процеса, а сектор се суочава са великим финансијским губицима због незгода и повреда на раду. Повреде на раду имају велики утицај на грађевинска предузећа, због њиховог ефекта на повећање трошкова и утицаја на животну средину (Rubio *et al.*, 2008)

Главни кривци за несреће и повреде на раду су: радници-људски фактор (70%), радна средина на градилишту (49%) кварови на машинама и опреми (56%), опасан грађевински материјал (27%) и управљање ризиком (84%) (Haslam *et al.*, 2005).

У извештају о раду инспектората за рад за 2018. годину (Извештај о раду, 2018), у Републици Србији, у грађевинској индустрији, догодило се 97 тешких повреда на раду од чега 7 са смртним исходом. У истом извештају се наводи да су се тешке повреде на раду у делатности грађевинарства десиле по извору повређивања од:

- 15 – машине;
- 12 – средства за транспорт и вертикални пренос;
- 14 – остала средства;
- 5 – материјал, супстанце и радијација;
- 33 – радна средина;
- 18 – остали узрочници.

Најчешћи пропусти се дешавају због недовољно развијене свести да је обавезна примена адекватних мера заштите и безбедности на раду. Безбедност на раду је доста добро уређена позитивним законским прописима, којима се утврђују права и обавезе, те одговорност свих који учествују (организују или изводе одређене грађевинске радове), и уколико само неки од чинилаца недостају у систему заштите и безбедности, може доћи до трагичних последица. Циљ је заштитити радника, а држава мора бити одлучна у томе да санкционише оне који се не придржавају закона.

9. 4. Вештачка интелигенција (АИ) може да открије опасности на послу

Преовладава мишљење да највише људи погине у грађевинској индустрији у односу на било коју другу индустрију, а најчешћи узрок је пад са висине (Warriger, 2019). Последњи додатак Аутодесковом пакету алата БИМ 360, који се заснива на употреби вештачке

интелигенције – *Construction IQ* – имаће улогу у смањивању ових трагичних појава (Cheng, 2020). Софтвер може да предвиди, уз велику вероватноћу, када може да се догоди пад, али и друге опасности по живот. Аутодескови инжењери за податке дошли су до решења у току процеса тражења апликација које би могле искористити огромну количину података који се прикупљају на градилиштима, коришћењем мобилних алата и сензорских уређаја у грађевинској индустрији.

Construction IQ користи технике за обраду природног језика, алгоритме који рашчлањују људски језик (у овом случају, текстуалне напомене о грађевинским пословима које су на лицу места креирали извођачи и подизвођачи радова) ради процене ризика и упозоравања на опасности које могу проћи незапажено од стране оних који управљају безбедношћу људи.

Сматра се (Marr, 2020) да ће у наредних пет година ова технологија спашавати животе на градилишту. *BAM Ireland*, грађевинско предузеће које већ користи Аутодеск БИМ 360 платформу, има за 20% мање проблема у погледу квалитета и безбедности на радном месту. Такође је повећало за 25% количину времена које запослени имају на располагању за спровођење санације високоризичних послова и опасности на радном месту. То је омогућено захваљујући великим количинама података (складишта података) генерисаних и прикупљених на лицу места.

Промене које се дешавају у грађевинској индустрији настале су као резултат коришћења паметних телефона, таблета, сензора, дрона и слично. Уместо да носе гомилу папира по градилишту, сада грађевински инжењери носе таблет за преглед планова, а тако, не само што штеде време, него генеришу и прикупљају податке. Свако од њих сада има телефон и камеру високе резолуције у свом цепу, а ако при томе користе ИоТ и сензоре за прикупљање података, онда складишта података постају стварност.

Ако ове податке искористимо и ставимо их на располагање АИ алатима, које је Аутодеск развио за своју БИМ 360 платформу, постигнућемо помак ка управљању градњом, који се заснива на подацима. Инжењери из Аутодеска су схватили да мора постојати вредност у тим подацима и да ће се моћи ефикасно искористити за управљање запосленима и грађевинским пројектима.

То може бити добар пример примене дигиталних података у ефикаснијем раду, управљању и одлучивању. Дигитализација обезбеђује велику количину података и информација које често могу бити корисне изван контекста за који су прикупљане. Када се одговарајућим софтверским алатима обраде тако велике количине података, могу се добити информације од велике користи.

BAM Ireland је почео да користи (*BAM Ireland Case Study*) *Construction IQ* Аутодесково решење које покрива више од 150 милиона грађевинских проблема, прикупљених од 30.000 пројеката, који су коришћени за обуку алгоритама, које је *BAM Ireland* искористио за постизање својих импресивних резултата на пољу сигурности градилишта.

У *BAM Ireland*-у су остварили значајну корист од стандардизованих скупова података, где су могли да направе одговарајуће упите и из њих добију информације од битног значаја (*BAM Ireland Case Study*).

Нове технологије као што су машинско и дубинско учење, настављају да доказују своју вредност. Решења изграђена на њима, у будућности ће бити све прихваћенија у грађевинарству, као и у било којој другој индустрији која може имати корист од консолидованог приступа прикупљању и анализи података. То ће краткорочно вероватно спашавати животе, док ће дугорочно допринети развоју безбеднијих радних пракси и стандарда (Mohan and Varghese, 2019).

9. 5. Пословна интелигенција и пословање

Иако пословна интелигенција (*Business Intelligence – BI*) пружа алате неопходне за побољшање доношења одлука у оквиру грађевинског предузећа, ипак не пружа одговарајуће начине планирања, надзора, контроле и управљања имплементацијом стратешких пословних циљева (Теесе, 2010).

Управљање корпоративним учинком (*Corporate Performance Management – CPM*) пружа начине комбиновања пословне стратегије и технолошке структуре како би се читава организација усмерила ка испуњавању заједничких организационих циљева.

Развој информационих система у менаџменту, обележила су 3 кључна момента (Sandu, 2008):

1. Почетком 70-тих година прошлог века пројектован је трансакциони оперативни систем (ОЛТП) у циљу идентификације и аутоматизације пословних процеса;
2. Одређивањем аналитичких апликација за добијање повратних информација о успешности пословања грађевинског предузећа, а у циљу прилагођавања пословних модела, одговора на питања о пословању, захтевима корисника и континуираног развоја. У њима се већ могу наћи складишта података (DB), пословна интелигенција (BI) и системи пословног управљања (BPM). Пословна интелигенција односи се на технологију, апликације и поступке за прикупљање, анализу, интеграцију и приказ пословних информација. Пословна интелигенција користи кључне показатеље учинка за процену садашњег стања пословања и прописује правце деловања. Аналитички системи нуде повратне информације о пословним процесима и помажу менаџменту у доношењу одлука, али имају велику ману: они не могу да мењају или утичу на операционе системе. Конкурентно и веома динамично пословно окружење врши притисак на грађевинско предузеће. Да би било конкурентно мора да реагују брже, мења начин пословања и захтеве инвеститора;
3. Створена оперативна пословна интелигенција омогућује двосмерну комуникацију између операционих система и аналитичких апликација. Информације и знања добијени из аналитичких система се користе не само за доношење одлука, него и за побољшање пословних процеса и прилагођавање операционих система условима тржишта.

Систем пословне интелигенције кроз период коришћења постаје све оперативнији, тако да се већ сада може говорити о три врсте пословне интелигенције (Liska, 2015):

- **Стратешка пословна интелигенција** која се усредсређује ка постизању дугорочних стратешких циљева, као што су: повећање профита, смањење трошкова, тржишне добити, побољшање односа са клијентима. Стратешку пословну интелигенцију користе менаџери на врху хијерархијске лествице и финансијски аналитичари заинтересовани за анализу учинка грађевинског предузећа у областима са кључном улогом у постизању стратешких циљева. Анализа се врши на основу података старих неколико месеци или година;
- **Тактичка пословна интелигенција** чији се задатак огледа у постизању тактичких стратешких циљева у маркетингу и јавним кампањама за промовисање нових могућности, за промоцију нових пројеката или програма. Користе је виши менаџери, финансијски аналитичари и пословни менаџери;
- **Оперативна пословна интелигенција** чији је фокус на обезбеђењу увида у тренутни статус пословања свих корисника широм грађевинског предузећа. Циљ

joj je da обезбеди кључне показатеље учинка, а затим да активно прати извршење циљева. Радници морају бити у могућности да уоче нове трендове, брже доносе одлуке, одмах да предузму мере када се појаве проблеми и позитивно утичу на крајњи резултат пословања. Генерисање овакве врсте промена у ставу грађевинског предузећа је битно за све категорије корисника, јер обезбеђује: право знање у право време, у правом формату, одређеном запосленом и у правој количини. Понашање грађевинског предузећа по оваквом концепту може обезбедити конкурентску предност на тржишту, а на овај начин све категорије запослених раде заједно у сврху постизања стратешких циљева.

9. 5. 1. Пословна интелигенција у реалном времену

Као додатни слој код пословне интелигенције је пословна интелигенција у стварном (реалном) времену (Real Time Business Intelligence - RTBI) која поседује најажурније информације потребне за пословно окружење. Често се у теорији и пракси за ову врсту алата за пословну интелигенцију, као врста синонима, уместо термина „у реалном времену“ појављује термин „у право време“ (Dukić *et al.*, 2016). Пословна интелигенција у реалном времену добија све више на значају у претходних неколико година, али је фокус углавном био на дефинисању и афирмисању концепта. За предузећа која желе да побољшају своје пословање, да следе своје конкуренте и кретања на тржишту, постаје све више важно да добију информације у реалном времену (Dobrev and Hart, 2015). Према Турбану и Волонину (Turban and Volonino, 2010), то је систем који омогућава корисницима да са правим информацијама у право време, могу успешно уклонити следеће тачке у оквиру пословања. Аутори (Watson and Wixom, 2007) кажу да: „Циљ пословне интелигенције у реалном времену је повећање прихода и смањење трошкова. Предузећа која успешно примењују пословну интелигенцију у реалном времену, су драматично побољшала своју профитабилност“.

Реално време не значи увек тренутно, али то значи да су подаци увек свежи (Watson and Wixom, 2007). Због тога је важно да знамо, да значење реалног времена, не подразумева да је податак стар само неколико секунди, него да је најновији. Према Хакаторну (Hackathorn, 2004), пословна интелигенција у реалном времену је много више од времена, она преноси осећај хитности на свим нивоима управљања у организацији. Пословна интелигенција у реалном времену може се посматрати као неометана транзиција из података у информације, а затим њихов прелазак у акцију (Azvine *et al.*, 2005). Када је посао такав да је потребно применити овакав алат или овакву филозофију, важно је разумети његову вредност, а предузећа треба да схвате да сврха пословне интелигенције није да брзо остваре резултате, већ да постигну додатну вредност од значаја за организацију (Hackathorn, 2004).

Међутим, узимајући мерења на оперативном нивоу у реалном времену, грађевинска предузећа ће имати пословну прилику да стално мере своје перформансе, рад машина и њихов учинак, рад грађевинских радника на градилишту, учинак спровођења одлука, и сл. Док стратешка пословна интелигенција анализира историјске податке, пословна интелигенција у реалном времену, даје могућност да грађевинска предузећа донесу одлуке на бази онога шта се дешава управо сада, на основу информације у распону од неколико милисекунди до неколико секунди након пословног догађаја. Системи за складиштење података у реалном времену добијају на сваких неколико секунди нове податке (преко ИОТ, сензора, мобилних уређаја и слично). Ти системи омогућавају оптимизацију процеса доношења одлука, тако што смањују или потпуно елиминишу чекања. Ово нам показује да ако грађевинска предузећа

увиде потенцијал такве подршке за доносиоце одлука, она ће имати лакшу транзицију са коришћења уобичајених мерења својих пословних процеса, на мерења у реалном времену. Према истраживању Азвина и сар. (Azvine *et al.*, 2005), пословна интелигенција у реалном времену, биће доступна свима, тако да ће сви запослени бити у току са различитим, на нивоу предузећа, дефинисаним мерилима и циљним перформансама предузећа.

Да би била успешна у коришћењу пословне интелигенције у реалном времену, грађевинска предузећа се морају фокусирати на превазилажење организационих и техничких изазова. Организациони изазови укључују подршку организације и главног менаџмента, и финансијску подршку. Технички изазови укључују доступност исправних хардвера и софтвера, и правих алата за подршку при имплементацији пословне интелигенције (Watson and Wixom, 2007).

Имплементација пословне интелигенције у реалном времену је доста скупа, а оправдано се може поставити питање да ли је и неопходна. Грађевинско предузеће мора чекање на податке и информације смањити на што мању вредност, готово на нулу. Битно је да се само оптимално дефинише временски оквир, право време за било који процес доношења одлука, интервал који треба да одражава пословне потребе и да се понуди најбољи однос (Vujić *et al.*, 2020) између „ризика и трошка“.

9. 5. 2. Пословна анализа и пословна интелигенција

Пословна интелигенција помаже грађевинским предузећима да централизују своја складишта података, да им боље приступају и боље разумеју кључна пословна мерила, као и да предвиде будуће перформансе кроз пословну анализу. Запослени од пословне интелигенције траже брже одговоре, без потребе за нагађањем. Они траже извештаје о битним пословним мерилима на захтев, како би се добили дубљи пословни увиди о понашању онога што се контролише или мери, а у циљу идентификовања слабости. То ће довести до уштеде времена, бржег приступа информацијама и знањима, те ефикаснијем раду и одлучивању. Приступ кључним информацијама у вези са пословањем је од критичног значаја, а ако је ово отежано, то ограничава способност грађевинског предузећа да успе. Када тачне пословне информације нису лако доступне у реалном времену, онда је тешко ефикасно радити и доносити најбоље одлуке. Да би се то решило, потребна је стратегија пословне интелигенције (Boyer *et al.*, 2010). Таква стратегија има за циљ да одговори на потребе грађевинског предузећа за бољим приступом информацијама и знањима.

Стратегија пословне интелигенције је много више од ЕРП извештаја и контролних табли; то је формално испитивање укупних пословних информационих потреба грађевинског предузећа. Стратешки приступ пословној интелигенцији помаже да се пословни захтеви распореде по приоритетима, повећа транспарентност и промовише приступ кључним информацијама свим запосленима.

Пословна интелигенција захтева да сви нивои рада и одлучивања у грађевинском предузећу имају приступ подацима, информацијама и знањима, а не само нивои одлучивања.

Постоји потреба за развојем алата који помажу да се убрза проток информација кроз све нивое грађевинског предузећа, како би се подстакла сарадња и информисало о донешеним одлукама. Пословна интелигенција као алат за анализу мора бити доступан свим запосленима у облику извештаја за самоуслуживање. Ти алати ће помоћи сваком запосленом да изабере податке и информације који се односе на његову улогу у пословном процесу.

Функције као што су усмеравање података, извлачење података из других извора у графиконе и мапе, у реалном времену, требало би да представљају релевантне аналитичке информације за запослене. Централизоване информације омогућавају запосленима у грађевинском предузећу да сарађују на једној верзији истине. При томе могу да користе доследне, стално ажуриране податке и информације, високог квалитета, преко већег броја комуникационих канала (рачунара, телефона, мобилних платформи и сл.).

9. 6. Анализа доказа хипотеза

Хипотеза 1

На основу истраживања које је спроведено у 2018. години, чији су резултати посебно представљени у Поглављу 2, те и у већини осталих поглавља, може се видети да је постојећи начин употребе информационих технологија и информационих система у грађевинским предузећима у Републици Србији неодговарајући и застарео.

Не користе се довољно интегрисани ЕРП системи, јер преко 52 % грађевинских предузећа их уопште не користи, а који би у сваком тренутку могли обезбедити:

- Праћење свих финансијских показатеља;
- Праћење ангажовања механизације по градилиштима;
- Праћење одржавања механизације;
- Праћење потрошње ресурса под различитим условима експлоатације;
- Добијање извештаја о обављеним или планираним пословима на градилишту и слично.

О могућностима које могу пружити ЕРП системи (Denić *et al.*, 2016а) детаљно је наведено у Поглављу 3.

Не користи се „рачунарство у облаку“, а о уштедама и предностима које обезбеђује грађевинским предузећима детаљније се може видети у Поглављу 5.

Не користе се „интернет ствари“ о чему је детаљније образлагано у Поглављу 6.

Не користе се „дроновии“, а о једноставнијем и бржем и јефтинијем мапирању терена детаљније је наведено у Поглављу 7.

Скоро 80 % грађевинских предузећа не користи ГИС алате, а детаљније о њиховом коришћењу дато је у Поглављу 5.

БИМ који је данас један од највише коришћених софтвера у грађевинским предузећима у развијеним земљама света (детаљније у 7. Поглављу) уопште се не користи, а омогућава:

- Једноставније доношења одлука везаних уз пројект;
- Благовремено уочавање евентуалних грешака на пројекту;
- Све неопходне, а детаљне анализе;
- Једноставније управљање променама и брже одлучивање;
- Детаљно разумевање односа са другим учесницима у пројекту и пројектних циљева;
- Визуализацију пројектних решења;
- Једноставнију координацију пројектата;
- Обезбеђење ефикасних грађевинских процеса и квалитетног коначног производа;
- Ефикасне процесе у фази грађења;
- Повећање сигурности у фази извођења радова;
- Подршку у анализи трошкова пројекта.

Интелигентни информациони системи и пословна интелигенција се не користе, а пуно детаљније о томе је елаборирано у 3. и 9. Поглављу.

На основу свих спроведених истраживања и анализа, те свега наведеног у овом раду, доказана је Хипотеза 1. Постојећи начин употребе информационих технологија и информационих система у грађевинским предузећима у Републици Србији је неодговарајући и застарео, па не доводи до очекиваног напретка у пословању ових предузећа.

Хипотеза 2

Праћење пословања у грађевинском предузећу је могуће вршити и ручним евиденцијама, али такве евиденције нису довољно брзе и прецизне, подложне су грешкама, јер на њих значајно утиче људски фактор, врло често су субјективне и за извођење свих потребних акција захтевају јако велики број људи, што значи да су и изузетно скупе.

Ако грађевинско предузеће нема брзе и прецизне евиденције и извештаје о свим сферама пословања, неће бити способно за брзо реаговање (Поглавље 3). Информациони систем за обраду података у реалном времену грађевинска предузећа не поседују.

Интернет ствари је концепт који нам може обезбедити велику количину података у реалном времену, а он се не користи у грађевинским предузећима (Поглавље 6).

ИоТ као систем за обраду великог броја података у реалном времену се не користи.

У циљу конкурентног пословања грађевинских предузећа, потребно је обезбедити свим запосленима могућност тренутног приступа свим расположивим подацима, информацијама и знањима, што у грађевинским предузећима у Србији није случај.

Прави подаци, правовремене информације и стечено знање постају основа за бољи рад и квалитетније одлучивање у грађевинским предузећима, а то им може обезбедити пословна интелигенција у реалном времену. Такав концепт грађевинска предузећа не користе (Поглавља 3 и 9).

Неопходно је обезбедити повезивање свих интерних, екстерних, историјских и података насталих у реалном времену, те свих података и информација из дигиталних докумената у јединствено складиште података. Такав информациони систем са складиштем података није у употреби код грађевинских предузећа (Поглавље 2).

Важно мерило за квалитет информационог система јесте брзина којом запослени дознају за лоше вести и колико брзо могу на њих да реагују. Информационе технологије и квалитетан систем пословне интелигенције значајно убрзавају реакцију грађевинског предузећа у свим непредвиђеним случајевима и омогућују му да буде конкурентно, а то ће моћи обезбедити ако податке обрађују у реалном времену, а грађевинска предузећа у Србији немају такву обраду података. Да би се одлуке могле доносити у реалном времену мора се обезбедити обрада и анализа података у реалном времену.

На основу спроведених истраживања и свега што је наведено, доказана је Хипотеза 2: Ако информациони системи за грађевинска предузећа немају обраду података у реалном времену, њихов допринос пословању је значајно смањен.

Хипотеза 3

Аутоматизација појединих процеса је у почетку била корисна, али се мора имати у виду да данашња технологија може основне операције учинити пуно ефикаснијим; податке, информације и знања делотворнијим, а пословање интелигентнијим.

Сад би требало размишљати о јединственом информационом систему који би свим нивоима одлучивања требао да обезбеди не само податке и информације, већ и знања за ефикаснији рад и одлучивање.

Грађевинска предузећа треба да користе пословну интелигенцију у реалном времену да би се могле обезбедити информације и знања неопходна за ефикаснији рад и ефикасније одлучивање на сваком нивоу. Такав концепт се не корити (Поглавље 2).

Захтеви за подацима, информацијама и знањима су у оквиру сваког нивоа одлучивања различити. Подаци и информације за највиши ниво оријентисани су ка будућности – шта ће се дешавати. Они својим обликом и садржајем изражавају опште захтеве за садашње и будуће успешно извршавање пословних активности. Планирање и прогнозирање будућних активности директно је повезано и са ближим и са даљим окружењем, па се информационе активности (прикупљање, обрада, складиштење и дистрибуција) односе на све податке, информације и стечена знања и изван грађевинског предузећа. Средњи ниво менаџмента се „задовољава“ збирним, седмичним или месечним извештајима. На основу тих података и информација проверавају се резултати најнижег нивоа менаџмента и раде различити обрачуни (буџети).

На основу спроведених истраживања доказана је Хипотеза 3: Грађевинска предузећа инсистирају на аутоматизацији процеса на оперативном нивоу, па из тог разлога имају већу потребу за информационим системима за подршку у одлучивању на оперативном и тактичком нивоу одлучивања, него на стратегијском нивоу.

Хипотеза 4

Грађевинском предузећу обично не недостају подаци, већ изгледа да их има и више него што му је потребно. У току основних оперативних поступака у свом пословању, оно прикупља мноштво података и различитих информација о свему што ради: о инвеститорима, о грађевинским радовима, о запосленима и о имовини коју поседује и користи, о статусу појединачних пројеката и слично. Ови подаци и ове информације су обично правилно похрањене у базама података. Проблем настаје када ти подаци ту остану, неискоришћени и неупотребљени. Зна се да су информације потенцијално вредне, али их је врло често тешко пронаћи. Људи који заиста желе неки податак или информацију, нису упознати како да је добију, или не знају чак да ли та информација уопште постоји.

Стицање конкурентске предности коришћењем података, информација и знања, сада је најчешће заступљен слоган у грађевинским предузећима. Да би то остварили морају увести напредне информационе системе засноване на концепту пословне интелигенције. То у грађевинским предузећима у Србији није случај.

Количина података и информација коју грађевинска предузећа прикупљају и складиште стално се увећава, па је последица тога и повећање сложености таквих података и броја неповезаних база. Грађевинска предузећа се врло често налазе у ситуацији када су преплављена подацима, чија количина се стално повећава. Питање које се поставља је како грађевинско предузеће може научити да управља тако великом количином података и да их претвори у потребне информације, знање, интелигенцију, и на крају у добит. Од тога како грађевинска предузећа приказују податке, на који начин их обједињавају, које методе користе за анализу и како са њима манипулишу, зависиће њихова конкурентност и успешност на тржишту.

Велике количине података које грађевинска предузећа прикупљају леже неискоришћене, па је неопходно обезбедити одговарајуће софтвере (алате) за њихово

рударење. Из спроведених истраживања датих у Поглављу 2 може се видети да се такви алати не користе у грађевинским предузећима у Републици Србији.

Грађевинска предузећа у развијеним земљама света се разликују по томе на који начин користе прикупљене податке и информације и колико је то оптимално. Начин прикупљања, начин обраде и начин употребе података и информација, одредиће која грађевинска предузећа ће бити победници, а која губитници. Данас је на тржишту конкуренција све бројнија, све је више информација о њој, као и о инвестицијама и стању тржишта, које је одавно глобално. Она грађевинска предузећа која желе да победе у тржишној утакмици, морају да поседују напредне дигиталне системе базиране на концепту пословне интелигенције.

На основу спроведених истраживања и анализа, те сазнања до којих се дошло у 2.,3.,4. и 6. поглављу, доказана је Хипотеза 4: У грађевинским предузећима неопходно је увести напредне информационе системе и технологије (Denić *et al.*, 2016a, Denić *et al.*, 2016b) засноване на концепту пословне интелигенције.

Хипотезе 5 и 6

Улога нових технологија и информационог система у грађевинском предузећу је давање подршке у коришћењу података и информација на свим нивоима управљања и свим нивоима рада сваког запосленог.

Квалитетан ток података и информација, те добри аналитички алати дају сасвим другачији увид у пословне потенцијале грађевинског предузећа. Они унапређују снагу људског ума и смањују потребу за физичким радом.

У раду је предложено коришћење БИМ софтвера који обухвата управљање свим информацијама о грађењу у дигиталном облику са неопходним функционалним карактеристикама, а укључује и размену података о планирању, пројектовању, извођењу радова, комуникацију и координацију између свих учесника – тимовима.

Може се посматрати као технологија и као методологија. БИМ као „технологичка“ представља дигиталну репрезентацију физичких и функционалних елемената грађења, а као „методологија“ обезбеђује сарадњу свих учесника у свим фазама животног века грађевине. БИМ се може посматрати и као процес у коме различити учесници раде заједно, ефикасно и ефективно размењују податке, информације и знања, те сарађују у стварању ефикасног процеса градње (Поглавље 7).

У раду је предложено коришћење интелигентних информационог система у реалном времену. Концепт пословне интелигенције свим запосленима може обезбедити самоуслуживање, да сваком податку или информацији могу да приступе у реалном времену. Прави подаци, праве информације и право знање постали су основа бољег рада и квалитетнијег одлучивања у грађевинском предузећу, а то му може обезбедити информациони систем заснован на пословној интелигенцији у реалном времену.

Размена података, информација и знања у реалном времену обезбеђује грађевинском предузећу једноставније праћење напретка пројекта и процену евентуалног ризика (Vujić *et al.*, 2020), контролу квалитета, као и боље праћење сваке фазе пројекта. Знања која се ефикасно размењују и користе, могу обезбедити грађевинском предузећу конкурентску предност. Она предузећа која поседују више знања су конкурентнија од оних која то немају.

Грађевинска предузећа морају користити мобилно пословање и рачунарство у облаку, а која омогућавају коришћење података у реалном времену, чак и ако се ради о удаљеним градилиштима.

Коришћењем интелигентних информационих система у реалном времену треба се у потпуности остварити повезивање различитих уређаја и објеката (М2М и Д2Д), те централизација података. Услов за то је обезбеђивање и коришћење података, информација и знања у реалном времену

У дисертацији је предложена имплементација концепта интернета ствари која доводи до побољшања ефикасности рада, прегледности градилишта, машина, процеса, боље комуникације са инвеститорима и подизвођачима, ефикасној сарадњи између људи, машина и уређаја, што имплицира већи ниво продуктивности и конкурентности.

На основу спроведених истраживања и анализа и сазнања до којих се дошло у Поглављима 2, 3, 5, 6 и 7, доказане су Хипотезе 5 и 6 о неопходности примене нових технологија (Denić *et al.*, 2016a, Denić *et al.*, 2016b) у пословним процесима грађевинског предузећа. Предложено је коришћење „Интелигентног информационог система у реалном времену“, који ће повећати ефикасност и ефективност пословања у свим сегментима организационе структуре предузећа. Коришћењем новог модела информационог система обезбедиће се повећање профитабилности и конкурентности грађевинских предузећа у њиховом пословном окружењу.

10. ЗАКЉУЧАК: ЦИЉЕВИ, АНАЛИЗА НАУЧНОГ ДОПРИНОСА ДИСЕРТАЦИЈЕ И ПРЕДЛОГ БУДУЋИХ ИСТРАЖИВАЊА

Претходно излагање недвосмислено показује да су грађевинска предузећа у развијеним земљама света, која су прихватила нове технологије и имплементирала их у своје процесе (дроновима, интернет ствари, рачунарство у облаку, складишта података, пословна интелигенција, ГИС, ЕРП, БИМ технологије и сл.) побољшала производњу, смањила производне трошкове, брже изводила радове, економичније пословала, обезбеђивала конкурентску предност и сл. Она су дошла до сазнања да је суштинска **последича примене информационих технологија у грађевинарству - стварање веће добити.**

10. 1. Циљеви дисертације

Претходна анализа непосредно имплицира значај и циљеве рада који се могу сумирати на следећи начин:

- Стицање одговарајућих научних идеја за успешно усвајање одговарајућих знања што резултује ефикаснијим радом и квалитетнијим одлучивањем;
- Приказ одговарајућих информатичких алата којим се:
 - може обезбедити јефтиније пословање;
 - постиже лакши приступ неопходним информацијама и знањима;
 - постиже квалитетнија, бржа и једноставнија комуникација;
 - повећава конкурентска предност и
 - повећава степен економичности пословања.
- Истраживања и анализе рада грађевинских предузећа у Србији и другим земљама у свету;
- Анализа употребе нових технологија које могу обезбедити јефтиније и конкурентније пословање;
- Праћење утицаја нових информатичких алата на ефикасније праћење реализације грађевинских пројеката;
- Систематизација и анализа досадашњих истраживања који резултују предлогом новог модела информационог система у грађевинским предузећима у Србији као интелигентног информационог система у реалном времену;
- Стално наглашавање значаја знања и неопходности његовог дељења, јер је знање једини ресурс који се употребом не троши него се оплемењује. Ефикасном разменом знања, грађевинска предузећа ће пословати профитабилније, а обезбедиће им и конкурентску предност;
- Предности коришћења нових информатичких алата и неопходност њиховог бржег имплементирања у грађевинским предузећима у Србији;
- Перманентно образовање свих запослених, нарочито у коришћењу нових информатичких алата, те размена знања и искустава неопходних грађевинским предузећима;
- Значај и важност планирања процеса увођења нових информационих технологија, кроз израду ИТ пројекта, који треба да обухвати адекватно урађен пројектни план и пројекат управљања ризиком.

10. 2. Анализа научног доприноса дисертације

Као што је истакнуто, прикази БИМ и ЕРП система, складишта података, пословне интелигенције, рачунарства у облаку, интернет ствари, кратка анализа дронава и сензора, ГИС алата, ефикасне комуникације и сл., дати су првенствено у циљу стручног и научног оправдања предлога „Новог концептуалног модела интелигентног информационог система у реалном времену“, који би се потенцијално могао имплементирати и користити у грађевинским предузећима у Србији.

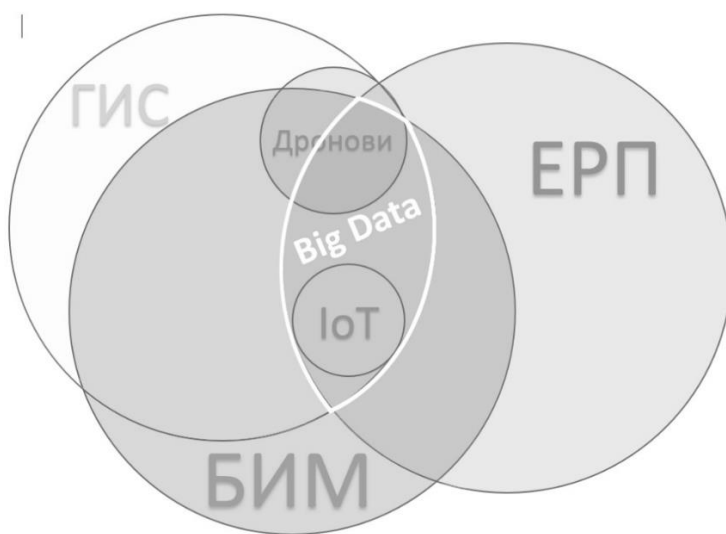
Основу новог концептуалног модела интелигентног информационог система у реалном времену, као што је показано, чини јединствено складишта података, а које чине следећи скупови:

- **Историјски подаци** – сви подаци и информације које се односе на цели период рада грађевинског предузећа, од његовог оснивања до данас;
- **Интерни подаци** – добијени из интегрисаног ЕРП и БИМ система;
- **Екстерни подаци** – сви подаци прикупљени од дронава, интернета ствари, рада конкуренције, дешавања на дигиталном и класичном тржишту, података са берзе (нпр. цена нафте) и слично;
- **Оперативни подаци** – подаци о дневним дешавањима по појединим пројектима, задужењима, машинама, запосленима, подизвођачима, инвеститорима, и слично;
- **Други фајлови и датотеке** интегрисани у јединствен систем.

БИМ технологије су усмерене према јединственом концепту који повезује рад свих учесника у пројекту. Како је један пројекат само мањи део читавог пословања грађевинског предузећа, уз БИМ систем, предлаже се коришћење и ЕРП система (Denić *et al.*, 2016а) који даје подршку правилном пословању грађевинског предузећа.

ЕРП подразумева ефективно планирање и контролу ресурса унутар грађевинског предузећа повезивањем и аутоматизацијом свих пословних процеса у једну интегрисану целину (Denić *et al.*, 2016а).

Да би се ефикасно могле искористити и БИМ и ЕРП технологије, у раду је предложено њихово повезивање у јединствену технологију. Повезивање би се могло остварити преко јединственог складишта података (*Big data*), са коришћењем неопходних ГИС алата, дронава и ИјТ, што је приказано на следећој слици 9.1.



Слика 10.1. Повезивање ГИС, БИМ и ЕРП технологије преко Big Data

У раду је изложен и концепт пословне интелигенције, која може обезбедити прикупљање, организовање, чување и дељење знања у сврху постизања циљева у грађевинском предузећу. Она се бави и начинима интеракције међу људима и начинима ширења знања у тежњи према развоју ефикасне организације рада и грађења. Развија менталитет размене и дељења знања и отвара нове канале протока знања. Пословна интелигенција може обезбедити да се право знање, у право време, у правој количини достави одређеном запосленом, како би они који одлучују могли доносити одлуке на основу информација и знања, а онима који раде, да могу ефикасније да раде. Ако се имплементира пословна интелигенција, може грађевинском предузећу обезбедити ефикасније, брже и јефтиније пословање, последично и конкурентску предност.

Дат је и концепт рачунарства у облаку, чије коришћење обезбеђује јефтиније одговарајуће сервисе у односу на класичне набавке софтвера и хардвера. Корисник не мора да набавља скуп хардвер који недовољно користи, а рачунарске ресурсе може да изнајмљује према потреби.

Рачунарство у облаку и овакав тип улагања у информатичке ресурсе, могао би бити веома интересантан грађевинским предузећима у Србији, која веома често немају потребне људске и финансијске ресурсе за капитална улагања у хардвер и софтвер. Користећи рачунарство у облаку могуће су и уштеде, јер се сопствени информатички кадрови могу бавити основним послом, а већина усаглашавања и инсталација разних хардверских и софтверских компоненти, може се пребацити (*outsourcing*) на спољне извођаче којима је то основни посао и услуга за коју су специјализовани.

Коришћење рачунарства у облаку је нешто што се у свим истраживањима везаним за јефтинији рад и ефикасније пословање препоручује и нешто што би грађевинским предузећима у Србији могло обезбедити коришћење неопходног одговарајућег хардвера и софтвера, по пуно нижим ценама од саме куповине истих.

Интернет ствари је концепт који се односи на врсту мрежа које повезују уређаје и ствари са интернетом. ИоТ се заснива на стандардним протоколима за обављање размене података, информација и ефикасне комуникације и треба да обезбеди интелигентно препознавање, праћење, позиционирање и администрацију података. Циљ му је да омогући повезивање паметних ствари било где, било када, са било чим/ким, коришћењем било које мреже и да обезбеди одговарајуће и неопходне услуге. ИоТ уређаји опремљени су одговарајућом електроником и софтвером за прикупљање, филтрирање, чување и размену података.

Интернет ствари чине сензори уграђени у физичке предмете, а повезани су путем одговарајућих, најчешће бежичних мрежа. За комуникацију између повезаних уређаја и ствари користи се интернет протокол – верзија 6, који омогућава повезивање на интернет. Не само да паметни телефони и рачунари могу сада међусобно да комуницирају, него то могу и све ствари. Интернет тако није само рачунарска мрежа, већ и мрежа уређаја свих величина и врста, од људи, паметних телефона, возила, кућних апарата до грађевинских машина, индустријских система и медицинских инструмената. Он треба да обезбеди функционалности као што су праћење, сигурносно управљање, позиционирање, надзор над сваким процесом у реалном времену, *online* надоградњу и администрацију.

Коришћење дрона знатно смањује време и ресурсе потребне за преглед градилишта и прецизну евиденцију извршених радова. Нова технологија која омогућава заједничко деловање са дроновима је проширена стварност, која већ почиње да се користи како би се унапредио приступ основним информацијама на градилиштима.

Грађевинска предузећа која буду предводници у ефикасној примени дрон технологије, могу обезбедити значајну предност над конкуренцијом. Подаци које дронови обезбеђују, мењају правила игре током целокупног животног циклуса инвестиција у нискоградњи, као и пружање прецизних података у реалном времену.

Грађевинска предузећа могу имати велику корист од погледа које обезбеђују дронови. Сlike које могу обезбедити о положају земље (тла) пре почетка извођења радова, могу бити веома значајне. То нису само слике или видео записи, већ прикупљене тачне мере које могу убрзати и побољшати процес и напредак рада током целог животног века пројекта.

Дронови се ефикасно могу искористити на тешко приступачним местима, а са тиме избећи и ризике од повреда запослених. Брзо и ефикасно се може прикупити доста података и информација који се могу искористити у свим фазама животног циклуса пројекта, а да се, при томе, „штеди“ време, смањују трошкови и број запослених. Такође се могу на једноставан начин искористити за надзор високих грађевина (нпр. мостова), што омогућава ефикаснији преглед за проналажење евентуалних недостатака или уочавање аномалија. Овакви снимци знатно смањују како застоје у раду, тако и ризике рада запослених на великим висинама.

Изглед градилишта се брзо мења у веома кратком времену, па се дронови могу користити за обезбеђивање неопходне визуализације, означавајући поједине проблеме који би понекад могли бити занемарени.

Сензори су уређаји који претварају неке улазне, најчешће, аналогне сигнале (о температури, брзини, влажности, оптерећењу машине и сл.) у излазне, најчешће, дигиталне сигнале, који су дигитално читљиви и разумљиви. Предлаже се употреба сензора на грађевинским машинама, који би пружали податке: о потрошњи горива, о ефективном раду машине у односу на моточас машине, о потребном сервису машине, о присуству радника у близини машине (како би се спречила повреда), о броју камионских тура на затвореном градилишту и др.

Указано је и на примену ГИС као софтверског алата неопходног у областима планирања, пројектовања, управљања и анализе. ГИС представља један организовани скуп рачунарских алата, поступака и програма осмишљених да пруже могућност снимања, уређивања, руковања, управљања, анализе, моделовања и приказа информација са просторним компонентама, а све у циљу решавања комплексних проблема у управљању и планирању.

Коришћењем ГИС алата за интеграцију картографије са осталим релевантним информацијама, добијамо систем који је потпуно подешен за приказ података са просторним компонентама. Коришћењем ГИС алата на једној дигиталној карти, у могућности смо да прикажемо велику количину надземних и подземних инсталација. Такве дигиталне карте су одличан водич за грађевинаре који врше ископе, јер могу да се избегну материјалне штете и несрећни случајеви. На карти могу да се налазе и други слојеви који садрже уцртане улице и остале подземне инсталације, са типом, дужином и величином инсталације, као и њиховом дубином.

Изградња и одржавање путне инфраструктуре представља једну од најважнијих и највећих инвестиција за државу, без обзира на њен степен развоја. Изградња путева, превоз људи и добара, у међународном или домаћем саобраћају, од виталног је економског значаја. ГИС може помоћи да се сагледа повезаност путне мреже, како би се на најбољи начин наставило са пројектовањем нових путних праваца и одржавањем постојећих.

У сажетој форми изложено, нови модел интелигентног информационог система у реалном времену:

- Треба да има складиште података смештено у облаку код неког од провајдера (даваоца таквих услуга), јер је то јефтиније решење од властитог дата центра. Није

неопходно набављати скупу опрему (сервере), а информатички кадар који се иначе бави администрацијом складишта података, може се искористити на другим пословима;

- Неопходно је да користи одговарајуће софтвере за рударење података и интегрисане ЕРП и БИМ системе. Предлаже се коришћење (изнајмљивање) оних софтвера од провајдера који нуде такву услугу. За развој таквих софтвера грађевинска предузећа у Србији, по правилу, немају довољно властитог информатичког кадра;
- Да би се складиште података могло ажурирати у реалном времену, неопходни су подаци са градилишта у реалном времену које могу обезбедити одговарајући сензори и преко интернета ствари и дрона да се ажурирају у складишту података;
- Већу пажњу треба посветити образовању запослених на свим нивоима, јер само они који имају потребна знања, могу ефикасније обављати своје послове.

Интелигентни информациони систем у реалном времену може грађевинском предузећу које га користи да обезбеди све неопходне податке и информације за ефикасан рад и одлучивање. Сматра се да овакав систем, уз неопходну размену знања и искустава, може да обезбеди конкурентску предност грађевинском предузећу које га буде користило.

Ризици, који су повезани са увођењем нових информационих технологија, су стално присутни и очигледни, те су обавезан предмет пажње сваког руководства, јер неуспех ИТ пројекта може имати погубне последице за грађевинско предузеће. Разумевање природе ризика, који се односи на употребу нових информационих технологија и даље представља озбиљан изазов у пословању. Због тога је, за менаџере и руководиоце који спроводе технички сложене ИТ пројекте, правилно управљање ИТ ризицима, велики изазов и важно искуство.

Руковођење предузећем и пословним процесима, не сме бити угрожено неуспехом у увођењу нових информационих технологија, односно неуспехом ИТ пројекта. Стога је, у грађевинском предузећу, неопходно посветити посебу пажњу планирању ИТ пројекта, припремању пројектног плана и изради квалитетног и детаљног пројекта управљања ризиком, како би се могућност неуспеха и колапса ИТ пројекта, свела на најмању могућу меру.

10. 3. Будућа истраживања

Имплементација БИМ-а и рачунарства у облаку на више начина превазилази природна ограничења самосталних модела. Предности коришћења укључују смањење улагања у рачунарске ресурсе, смањење трошкова рада и одржавања расподелом услуга на захтев, омогућавање брзе скалабилности рачунара и побољшање и олакшавање брзог приступа. Модел БИМ у облаку омогућава дистрибуиране и врло интензивне трансакције података међу актерима пројекта. Међутим, нови начин пословања и обављања трансакција, са собом носе изазове који се односе на управљање безбедношћу система. На пример, редундантност података се јавља када постоји више инстанци истих података, што доводи до проблема неусклађености (тј. идентична поља која имају различите или вишеструке вредности) где се ажурирање не одражава у свим пољима.

Модел БИМ у облаку пружа централну приступну тачку свим учесницима у грађевинском пројекту, штити податке и омогућава доследност података, помажући да се избегну сувишни подаци и прикажу позитивни типови редундантних података. Други велики изазов је цурење података и информација које нису намењене јавном објављивању, што је резултат рањивости система и софтверских апликација, људских грешака или лоше урађене

софтверске заштите. Циљ даљих истраживања може бити испитивање различитих врста безбедносних изазова у моделу БИМ-а у облаку.

Ефикасна употреба информационих технологија у грађевинским пројектима, постала је један од фактора који директно утичу на ефикасност, квалитет, брзину извођења и безбедност пројеката, а самим тим и на успех пројеката. У том контексту, коришћење проширене стварности (Augmented Reality - AR) у току извођења грађевинских радова може бити почетак нове ере у грађевинској индустрији. Ова напредна технологија може да пружи значајну корист грађевинским предузећима. С обзиром да је реч о релативно новој технологији, подручја примене у грађевинској индустрији су прилично ограничена. Паралелно са развојем проширене стварности, предвиђа се да ће у блиској будућности, поред аутомобилског, прехранбеног, медијског, филмског и многих других сектора, почети да се појављују софтверске апликације и у грађевинском сектору, Због тога је веома важно истражити на који начин грађевинска предузећа могу да прилагоде ову технологију својим пословним процесима и технологијама изградње, што је брже могуће, како би остварила конкурентску предност у будућности.

Кориснички интерфејс модерних уређаја за виртуелну стварност (Virtual Reality – VR) је релативно јефтин и лак за коришћење, и нуди бројне могућности да се примени у разним индустријама. Једна од важних карактеристика коју нуди виртуелна стварност је њена способност да побољша перцепцију корисника, док се налази у креираном виртуелном свету. Као такав, систем има потенцијал да се користи у грађевинској индустрији, посебно током фазе пројектовања и пре почетка изградње. Нека грађевинска предузећа почињу да примењују ову технологију и користе је у грађевинским пројектима. Међутим, мало је познато како су предузећа интегрисала ту технологију. Постоје научна истраживања која су проучавала утицај ове технологије, али нису анализирали успешност имплементације и ток њене примене, тако да у тој области постоји потенцијал за даља истраживања.

Будућа истраживања могу бити у области испитивања иновација које доводе до унапређења интелигентних аутономних система са нивоима аутономије који захтевају минималну или никакву интервенцију учесника на грађевинском пројекту. Нивои аутономије подразумевају развијање система који се заснивају на учењу из искуства и прилагођавању понашања, реаговања и интеракције са околином, укључујући побољшање перформанси и сталну свест о ограничењима и могућностима система. Могуће је радити истраживачке студије које се ослањају на технологије попут сензорског расуђивања и комуникационих система и које дају увид у методе помоћу којих интелигентни и аутономни системи могу флексибилно да се носе са несигурношћу и непредвидивим догађајима у окружењу грађевинских пројеката.

Пун потенцијал употребе ИКТ у грађевинским предузећима и на грађевинским пројектима, може се остварити само када се правилно разумеју различити аспекти који се односе на употребу ових технологија. Стога је изузетно важно истражити позитивне и негативне импликације ових технологија на продуктивност. Иако се велики број студија углавном фокусирао на обим употребе различитих врста ИКТ и корист од усвајања и увођења ових технологија у грађевинска предузећа, циљ даљих истраживања може бити и испитивање могућих негативних ефеката употребе ИКТ на продуктивност грађевинског сектора из перспективе корисника.

С обзиром на тренутну популарност мобилних ИКТ, будућа истраживања треба да се фокусирају на утврђивање позитивних ефеката ових технологија на продуктивност грађевинске индустрије. Циљ даљих истраживања треба да буде проналажење и испитивање

могућности употребе мобилних ИКТ у сврху побољшања продуктивности грађевинског сектора и из перспективе руководиоца грађевинских пројеката.

За очекивати је да ће налази ове докторске дисертације и осталих студија сличне садржине, повећати употребу ИКТ у грађевинским предузећима, посебно на тржиштима у развоју попут Србије, Босне и Херцеговине, Црне Горе, Македоније и Албаније. Студиозна анализа употребе ИКТ у грађевини показује да долази до побољшања продуктивности у грађевинским предузећима, са индиректним утицајем и на унапређење комуникације и протока информација, на успешно извршење грађевинских пројеката, на лакши приступ подацима и на управљање ризиком. Чини се да могући позитивни ефекти употребе нових ИКТ на смањење трошкова и праћење динамике извођења грађевинских пројеката, тек треба да буду истражени у грађевинској индустрији Србије.

Узимајући у обзир позитивне импликације употребе нових ИКТ на продуктивност грађевинског сектора, грађевинска предузећа би требало више да улажу у ове технологије. Налази ове докторске дисертације морају се разматрати у контексту њених ограничења. Подаци за ову студију прикупљени су од грађевинских инжењера који раде у српској грађевинској индустрији. Потребно је проширити истраживања у циљу проналажења нових метода и начина за повећану примену нових технологија, како бисмо побољшали праћење трошкова, динамике и распореда, безбедности и продуктивности на грађевинским пројектима. Међутим, упркос овим ограничењима, налази у овој докторској дисертацији истичу главне користи и побољшања повезана са употребом нових ИКТ у грађевинском сектору.

Литература

- Adebayo, A.O., M.S.Chaubey, M.S. & L.P.Numbu, L.P. (2019). Industry 4.0: The Fourth Industrial Revolution and How It Relates to the Application of Internet of Things (IoT), *Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies (JMESS)*, 5 (2), pp. 2477-2482.
- Addo-Tenkorang, R. & Helo, P. (2011). *Enterprise Resource Planning (ERP): A Review Literature Report*. Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science Vol II, WCECS 2011, San Francisco.
- Агенција за привредне регистре, АПР (2019). Годишњи извештај о пословању привреде 2018, Београд: АПР.
- Aggarwal, C. C. (2015). *Data Mining: The Textbook*. Springer International Publishing Switzerland.
- Alderton, M. (2017). *With 5G Technology, The Internet Of (20.8 Billion) Things Will Be Realized*. Доступно на: <https://www.ge.com/news/reports/5g-technology-internet-20-8-billion-things-will-realized> (приступљено 10.8.2019.).
- Ali, H., Al-Sulaihi, I. & Al-Gahtani, K. (2013). Indicators for measuring performance of building construction companies in Kingdom of Saudi Arabia. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 25 (2), pp. 125-134.
- Almgren, K. (2014). Information technology project management processes and practices: A comprehensive study for successful implementation of IT projects, *International Journal of Business and Social Science*, 5 (11), pp. 84-91.
- Álvarez, A.P., Ordieres-Meré, J., Loreiro, Á. P. & de Marcos, L. (2020). Opportunities in airport pavement management: Integration of BIM, the IoT and DLT, *Journal of Air Transport Management*, 90, <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101941>
- Ahmad, I. & Nunoo, C. (1999). Data warehousing in the construction industry: organizing and processing data for decision-making in (Ed. M.A. Lacasse and D.J. Vanier, pp. 2395-2406) *Durability of Building Materials and Components*, Ottawa, Canada: Institute for Research in Construction.
- Anderson, B., (2019). *7 Great Uses for Construction Drones*. Доступно на: <https://www.dronethusiast.com/7-ways-you-could-use-a-drone-in-construction-projects/> (приступљено 20.10.2020.).
- Ashton, K. (2009). That 'Internet of Things' thing, *RFID journal* 22 (7), pp. 97-114.
- Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., & Kagiogluo, M. (2012). *BIM Adoption and Implementation for Architectural Practices*. London: Prentice Hall.
- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A.D., Katz, R., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D., Rabkin, A., Stoica, I. & Zaharia, M. (2009). *Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing*. Technical Report No UCB/EECS-2009-28, Berkeley, USA: University of California.

- Aslaksen, E.W., Delamare, M., Fehon, K., Godau, R., Knott, A., Kouassi, A. & de Liefde, J. (2012). *Guide for the application of systems engineering in large infrastructure projects*. San Diego, USA: INCOSE Infrastruct Work Group San Diego.
- Atzori, L., Iera, A. & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, pp. 2787-2805, October 2010.
- Austin, R.F., DiSera, D.P. & Brooks, T. J. (2016). *GIS for Critical Infrastructure Protection*, CRC Press, Boca Raton, USA. Taylor & Francis Group.
- Avram M.G., (2014). Advantages and Challenges of Adopting Cloud Computing from an Enterprise Perspective, *Procedia Technology*, 12, pp. 529-534, ISSN 2212-0173, <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.525>.
- Azvine, B., Cui, Z. & Nauck, D.D. (2005). Towards real-time business intelligence. *BT Technology Journal*, 23 (3), pp. 214-225.
- Babcock, C. (2010). *Management Strategies for the Cloud Revolution: How Cloud Computing Is Transforming Business and Why You Can't Afford to Be Left Behind*. Columbus, Ohio: McGraw-Hill.
- Babel, J. (2014). Up in the Air: The emerging issue of drones in the construction industry. *XL Catlin Construction Insider*, 23 (June issue), pp. 1-3.
- Badrinath, A., Chang, Y., Lin, E., Hsien, S. & Zhao, B. (2016). A preliminary study on BIM enabled design warning analysis in T3A Terminal of Chongqing Jiangbei International Airport (pp. 485–491), In *Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE)*, July 6-8, Osaka, Japan.
- Bansal, V. (2017). Integrated CAD and GIS–based framework to support construction planning: case study. *Journal of Architectural Engineering*, 23 (3), 5017005 (2017).
- Bartoli, A. & Hermel, P. (2004). Managing change and innovation in IT implementation process, *Journal of Manufacturing*, 15 (5), pp. 416-425.
- Barton B. (2012). Fundamentals of Small Unmanned Aircraft Flight, *Johns Hopkins APL Technical Digest* 31 (2), pp. 132-149.
- Beasley, M. (2020). What is enterprise risk management (ERM)? Доступно на: <https://erm.ncsu.edu/library/article/what-is-enterprise-risk-management> (приступљено 10.6.2021.).
- Bekhet, M. & Sofian, S. (2018). Technological critical success factor in ERP implementation projects in public and private sector in Saudi Arabia. *International Journal of Research - Granthaalayah*, 6 (7), 306–316. <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v6.i7.2018.1311>.
- Besner, C. & Hobbs, B. (2008). Project management practice, generic or contextual: A reality check. *Project Management Journal*, 39 (1), pp. 16-33.
- Biere, M. (2003). *Business Intelligence for the Enterprise*. Indianapolis, USA: Prentice-Hall.
- Bhirud, N. & Revatkar, B. (2016). Effective implementation of ERP in infrastructure construction industry. *International Journal of Technical Research and Applications*, 4 (2), pp. 246-249.

- Bosch-Sijtsema, P.M. & Postma, T.J.B.M. (2010). Governance Factors enabling Knowledge Transfer in Interorganizational Development Projects. *Technology Analysis and Strategic Management*, 22 (5), pp. 593-608.
- Boton, C., Rivest, L., Forgues, D. & Jupp, J. (2016). Comparing PLM and BIM from the product structure standpoint (pp. 443–453). In: IFIP International Conference on Product Lifecycle Management. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-54660-5_40
- Boyer, J., Frank, B., Green, B., Harris, T. & Van De Vanter, K. (2010). *Business Intelligence Strategy: A Practical Guide for Achieving BI Excellence*. MC Press Online, LLC. Доступно на: [http://editorial.mcpresonline.com/web/mcpdf.nsf/wdocs/5118/\\$FILE/5118_BOOK.pdf](http://editorial.mcpresonline.com/web/mcpdf.nsf/wdocs/5118/$FILE/5118_BOOK.pdf) (приступљено 23.11.2019.).
- BRE Academy Survey (2016). BRE Academy survey findings reveal industry views on the most acute construction skills gaps. Доступно на: <https://www.bregroup.com/press-releases/bre-academy-survey-findings-reveal-industry-views-on-the-most-acute-construction-skills-gaps/> (приступљено 18.9.2019.)
- Broring, A., Zappa, A., Vermesan, O., Framling, K., Zaslavsky, A., Gonzales-Usach, R., Szmeja, P., Palau, C., Jacoby, M., Zarko, I.P., Soursos, S., Schmitt, C., Plociennik, M., Krco, S., Georgoulas, S., Larizgoitia, I., Gligorić, N., Garcia-Castro, R., Serena, F., Oravec, V., Giaffreda, R. & Kiraly, C. (2018). *Advancing IoT platforms interoperability*. River Publishers, ISBN: 978-87-7022-005-7.
- Buble, M. (2011). Tendencije u razvoju menadžmenta 21. stoljeća, Zbornik – Menadžment, vođenje i organizacija u XXI. Stoljeću, Split: Ekonomski fakultet.
- Budiac, D., (2018). *Construction Technology Trends - 2018 Report*. Доступно на: <https://softwareconnect.com/construction-management/technology-trends-2018-report/> (приступљено 24.11.2018.).
- Buyya, R., Broberg, J. & Goscinski, A. (2011). *Cloud Computing: Principles and Paradigms*. New Jersey, USA: John Wiley and Sons.
- Callahan K. & Brooks L. (2004). *Essentials of Strategic Project Management*, Hoboken: John Wiley & Sons.
- Camp, L.J. (2009). *Trust and Risk in Internal Commerce*. Cambridge, England: MIT Press.
- Certo, S.C. & Certo, S.T. (2009). *Moderni menadžment*, 10. izdanje. Zagreb: Mate d.o.o.
- Construction technology, (2018). Base 10, Prepared Mind. Доступно на: https://base10.vc/wp-content/uploads/2018/09/Base10_Prepared-Mind-Construction-Technology_vF.pdf (приступљено 5.10.2019.).
- Chaffey D. & Wood S. (2004). *Business Information Management: Improving Performance Using Information Systems*. Harlow, England: FT Press.
- Chan, A.P.C. & Chan, A.P.L. (2004). Key performance indicators for measuring construction success. *Benchmarking: An International Journal*, 11 (2), 203-221.
- Chen, Y. & Kamara, J.M. (2008a). Using mobile computing for construction site information management, *Engineering, Construction and Architectural Management*, 15 (1), pp. 7-20.

- Chen, Y. & Kamara, J. (2008b). The Mechanisms of Information Communication on Construction Sites. *FORUM E-journal*, 8 (1), pp. 1-32.
- Chen, Y. R. & Ping, T. H. (2017). An Integrated Methodology for Construction BIM & ERP by Using UML Tool, ISARC, Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction, Waterloo 34, pp. 1-6, Waterloo, IAARC Publications.
- Cheng, A. (2020). *Construction & Machine Learning: Autodesk BIM 360 + Construction IQ Brings The Power Of Prediction And Analytics To The Construction Site*. Доступно на: <https://towardsdatascience.com/construction-machine-learning-2cfb45f75ead> (приступљено 12.4.2020.).
- COBIT 5: A Business Framework for the Governance and Management of Enterprise IT, (2012). ISACA, ISBN 1604202378.
- Џонић, И. (2019). *Да ли је сада право време да (коначно) пређете на БИМ?* Доступно на: <https://www.gradnja.rs/da-li-je-sada-pravo-vreme-da-konacno-predjete-na-bim/> (приступљено 27.2.2020.).
- Construction Dive (2020). *5 construction innovations bridging the labor shortage gap*. Доступно на: <https://www.constructiondive.com/spons/5-construction-innovations-bridging-the-labor-shortage-gap/571936/> (приступљено 21.4.2020.).
- Cowen, D.J., Jensen, J.R., Hendrix, C., Hodgson, M.E. & Schili, S.R. (2000). A GIS-Assisted Rail Construction Econometric Model that Incorporates LIDAR Data, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 66 (11), pp. 1323-1328.
- Christensen, L.T. (2002). Corporate communication: The challenge of transparency. *Corporate Communications: An International Journal* 7 (3), pp. 162-168.
- Czarniawska, B. (2004). *Narratives in social science research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Čuš-Babič, N., Rebolj, D., Nekrep-Perc, M., Podbreznik, P. (2014). Supply-chain transparency within industrialized construction projects. *Computers in Industry*, 65 (2), pp. 345-353.
- Ćirić, Z. & Raković, L., (2010). Change Management in Information System Development and Implementation Projects. *Management Information Systems*, 5 (2), pp. 023-028.
- Dalkir, K. (2013). *Knowledge Management in Theory and Practice*. London, UK: MIT Press.
- Dainty, A., Moore, D. & Murray, M. (2006). *Communication in Construction: Theory and Practice*. New York: Taylor & Francis.
- Damnjanovic, I. & Rheinschmidt, K. (2020). *Data Analytics for Engineering and Construction Project Risk Management*, Springer Nature Switzerland AG 2020.
- Davenport, T. (2010). Business Intelligence and organizational processes. *International Journal of Business Intelligence Research*, 1 (1), pp. 1-12.
- Davenport, T. (2005). Competing on Analytics. *Harvard Business Review* 84 (1), pp. 98-107.
- Dave, B., Boddy, S. & Koskela, L. (2010). Improving Information Flow within the Production Management System with Web Services (pp. 445-455), in: Walsh, K. & Alves, T.

(Eds.) *18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Haifa, Israel.

- Davenport, T.D., Harris, J.G. & Morison, R. (2010). *Analytics at Work: Smarter Decisions-Better Results*, Boston: Harvard Business School Press.
- Dean, D. & Saleh, T. (2009). *Capturing the Value of Cloud Computing: How Enterprises Can Chart Their Course to the Next Level*. Boston: The Boston Consulting Group Inc.
- de Best, R., (2020). *Activities using smartphone apps in the U.S. construction sector 2019*. Доступно на: <https://www.statista.com/statistics/1020668/workflow-activities-mobile-apps-construction-sector-us/> (приступљено 14.5.2020.).
- Deloitte (2017). *The cloud is here: embrace the transition*. Доступно на: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ca/Documents/consulting/ca_cloud_pov_EN_doc.PDF (приступљено 14.5.2019.).
- Denić, N., Vujović, V., Stevanović, V. & Spasić, B. (2016a). Key Factors for Successful Implementation of ERP Systems, *Technical Gazette*, 23 (5), pp. 1335-1341.
- Denić, N., Vujović, V., Skulić, A. & Filić, S. (2016b). *Studious Analysis of Business Intelligence Systems in Serbian Enterprises*. Conference: 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2016 At: Albena, Bulgaria.
- Denić, N., Vujović, V., Skulić, A. & Perenić, G. (2016c). *Effectiveness and Efficiency of Management Information Systems in Serbian Enterprises*. Conference: 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2016 At: Albena, Bulgaria.
- Djassemi, M. & Singh, J. (2005). *The Use of RFID in Manufacturing and Packaging Technology Laboratories*, CIMEC (CIRP) 2005/3RD SME International Conference on Manufacturing Education, June 22-25, San Luis Obispo, California.
- Dobrev, K. & Hart, M. (2015). *Benefits, Justification and Implementation Planning of RealTime Business Intelligence Systems*. *The Electronic Journal Information Systems Evaluation*, 18 (2), pp. 101-118.
- Duan, Z., Fu, G., Zhou, N., Sun, X., Narendra, N.C., Hu, B. (2015). *Everything as a Service (XaaS) on the Cloud: Origins, Current and Future Trends*. *IEEE 8th International Conference on Cloud Computing 2015*, New York, NY, pp. 621-628, doi: 10.1109/CLOUD.2015.88.
- Dukić, B., Bara, D. & Dukić, S. (2016). *Impact of right time business intelligence tools on efficiency in decision making*. *Tehnički glasnik*, 10 (1-2), pp.1-8.
- Dupont, Q., Chua, D., Tashrif, A. & Abbott, E. (2017). *Potential Applications of UAV along the Construction's Value Chain*, *Procedia Engineering*, 182 (1), pp. 165-173.
- Eastman, C.M. (1978). *Building Product Models: Computer Environments Supporting Design and Construction*, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons.

- Edvinsson, Leif (2003). *Korporacijska longituda - navigacija ekonomijom znanja*, Zagreb: Differo.
- Ebright-McKeehan, K. and Murtha, T. (2010). A GIS Data-Driven Process for Identifying Rail Infrastructure Improvements.
- Elghaish, F., Matarneh, S., Talebi, S., Kagioglou, M., Hosseini, M.R. & Abrishami, S. (2020). Toward digitalization in the construction industry with immersive and drones technologies: a critical literature review. *Smart and Sustainable Built Environment*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/SASBE-06-2020-0077>
- Eisenhardt, K. (1989). Building Theories from Case Study Research. *The Academy of Management Review*, 14 (4), pp. 532-550.
- Emmit, S. (2010). *Managing Interdisciplinary Projects*. London: Spon Press.
- Ernst C. & Sarabia, M. (2015). The role of construction as an employment provider: A world-wide input-output analysis. Employment Policy Department, Employment Working Paper No. 186. Geneva, Switzerland: International Labour Office.
- European Central Bank, (2012). *Competitiveness and external imbalances within Euro area*. Occasional paper series, No.139. Eurosystem. Доступно на: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scrops/ecbocsp139.pdf> (приступљено 23.1.2019.).
- Eurostat Regional Yearbook, (2015). Luxembourg: Publications Office of the European Union. Доступно на: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7018888/KS-HA-15-001-EN-N.pdf> (приступљено 29.11.2018.).
- Fai, S., Filippi, M. & Paliaga, S. (2013). Parametric modelling (BIM) for the documentation of vernacular construction methods: a BIM model for the commissariat building, Ottawa, Canada. In: ISPRS - *Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2 (5/W1), pp. 115–120.
- Fallon, K. K. & Palmer, M. E. (2007). General Buildings Information Handover Guide (Principles, Methodology and Case Studies). U.S. Department of Commerce. National Institute of Standards and Technology.
- Field B. & Ofori, G. (1988). Construction and Economic Development: A Case Study. *Third World Planning Review*, 10 (1), pp. 41-50.
- Foster, I., Yong, Z., Raicu, I. & Lu, S. (2008). Cloud Computing and Grid Computing 360 Degree Compared, *Grid Computing Environments Workshop*, Austin, TX, pp. 1-10. doi: 10.1109/GCE.2008.4738445.
- Froese, T.M. (2010). The impact of emerging information technology on project management for construction. *Automation in Construction*, 19 (5), pp. 531-538.
- Gann, M.D. & Salter, J.A. (2000). Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and systems. *Research Policy*, 29 (7–8), pp. 955-972.
- Gardner, S. & Ash, C.G. (2003). ICT-enabled organisations: a model for change management. *Logistics Information Management*, 16 (1), pp. 18-24.
- Gartner Inc. (2017). Cloud strategy leadership. Доступно на: [https://www.gartner.com/ imagesrv/](https://www.gartner.com/imagesrv/)

books/cloud/cloud_strategy_leadership.pdf (приступљено 26.4.2019.).

Gates B. (1999). *Poslovanje brzinom misli*. Zagreb: Izvori.

Ghobadi, M. & Sepasgozar, S.M.E. (2020). An Investigation of Virtual Reality Technology Adoption in the Construction Industry, *Smart Cities and Construction Technologies*, Sara Shirowzhan and Kefeng Zhang, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.91351. Доступно на: <https://www.intechopen.com/books/smart-cities-and-construction-technologies/an-investigation-of-virtual-reality-technology-adoption-in-the-construction-industry> (приступљено 4.2.2019.).

Ghosh, A., Edwards, D.J. & Hosseini, M.R. (2020). Patterns and trends in Internet of Things (IoT) research: future applications in the construction industry, *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2020-0271>.

Gless, H.-J., Hanser, D. and Halin, G. (2017). BIM-agile practices experiments in architectural design. In: Luo, Y. (Ed.) *Cooperative Design, Visualization, and Engineering* (pp. 135-142). 14th International Conference, CDVE 2017, Mallorca, Spain.

Gluchowski, P., Gabriel, R. & Dittmar, C. (2007). *Management Support Systeme und Business Intelligence: Computer gestützte Informations systeme für Fach- und Führungskräfte*. Heidelberg: Springer.

Goodchild, M.F. (2009). Geographic information systems and science: today and tomorrow, *Annals of Geografic information systems*, 15 (1), pp. 3-9.

Gubbia, J., Buyyab, R., Marušić, S. & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements and future directions. *Future Generation Computer Systems* 29 (7), pp. 1645– 1660.

Guillem, A., Bruseker, G. & Ronzino, P. (2017). Process, concept or thing? Some initial considerations in the ontological modelling of architecture. *International Journal on Digital Libraries* 18 (4), pp. 289–299.

Gummesson, E. (2005). Qualitative research in marketing: Road-map for a wilderness of complexity and unpredictability. *European Journal of Marketing*, 39 (3-4), pp. 309-327.

Gutenberg, E. (1958). *Einführung in die Betriebswirtschaftslehre*. Wiesbaden: Gabler.

Habul, A. (2010). Business intelligence and customer relationship management. 32nd International Conference on Information Technology Interfaces (ITI), IEEE Conferences, pp. 169 – 174.

Hackathorn, R. (2004). The BI watch real-time to real-value. *DM Review*, 14 (1), pp. 24-43.

Hamel, G. (2007). *The Future of Management*, Boston, Massachusetts: Harvard Business Press.

Hammer, M., & Champy, J., (1993). *Reengineering the Corporation, A Manifesto for Business Revolution*. New York, USA: Harper Collins.

Han, J., Kamber, M. & Pei, J. (2012). *Data Mining: Concepts and Techniques*. 3rd edn, San Francisco, CA, ltd: Morgan Kaufmann Publishers.

- Hardin, B. (2009). *BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows*. Hoboken, USA: John Wiley & Sons.
- Harrison, N. & Samson, D. (2003). *Technology Management*. Beijing/New York: Tsinghua University Press/Mc Graw Hill Education.
- Hartmann, T., Meerveld, H., Vosseveld, N. & Adriaanse, A. (2012). Aligning building information model tools and construction management methods. *Automation in Construction*, 22, 2012, pp. 605-613.
- Хартман, Д., Ђорђевић, Ђ.Р. и Милан Љ. Гоцић, М.Љ. (2006). *Основи инжењерске информатике I*. Грађевинско-архитектонски факултет у Нишу.
- Haslam, R.A., Hide, S.A., Gibb, A.G.F., Gyi, D.E., Pavitt, T., Atkinson, S. & Duff, A.R. (2005). Contributing factors in construction accidents. *Applied Ergonomics*, 36 (4), pp. 401-415.
- Heiskanen, A. (2017). The technology of trust: how the internet of things and blockchain could usher in a new era of construction productivity. *Construction Research and Innovation* 8 (2), pp. 66–70.
- Hillebrandt P.M. (2000). *Economic Theory and the Construction Industry*. Basingstoke, UK: Macmillan.
- Hitt, L. M., Wu, D., & Zhou, X. (2002). ERP Investment: Business Impact and Productivity Measures. *Journal of Management Information Systems*, 19 (1), 71-98.
- Holzer, D. (2014). Fostering the Link from PLM to ERP via BIM. *11th IFIP International Conference on Product Lifecycle Management (PLM)* (pp. 75-82), Yokohama, Japan.
- Hore, A.V & West, R.P. (2005). Attitudes towards Electronic Purchasing in the Irish Construction Industry, *2005 CIB W92/T23/W107 International Symposium on Procurement Systems*, Las Vegas, USA.
- Houxing, Y. (2010). Knowledge Management Approach for Real-Time Business Intelligence. *Intelligent Systems and Applications (ISA)*, 2nd International Workshop on Digital Object Identifier, IEEE Conferences, pp. 1-4.
- Huisman O. & Rolf A. De By (2009). *Principles of Geographic Information Systems*. The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, The Netherlands.
- International Monetary Fund, IMF (2003). *Working Papers*, No. 23. Publication Services, Washington, USA.
- International Labour Office, ILO (2005). *Labour statistics*. Geneva: ILO Publication.
- IoT Agenda (2019). *drone (UAV)*. Доступно на: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/drone> (приступљено 15.10.2019.).
- Irizarry, J. & Gill, T. (2009). Mobile applications for information access on construction jobsites. *Computing in Civil Engineering*, (2009), pp. 176-185.
- Извештај о раду инспекција за 2018. Доступно на: <https://inspektor.gov.rs/page/17/> (приступљено 15.7.2019.).

- Јакопин, Е. (2011). Оквир нове индустријске политике Србије. *Економика предузећа*, 59 (1-2), стр. 73-88, Београд: Савез економиста Србије.
- Jacobsson, M. & Linderoth, H. (2012). User perceptions of ICT impacts in the Swedish construction companies: „it’s fine, just as it is“. *Construction Management and Economics*, 30 (5), pp. 339-357.
- Jiang, Y. & He, X. (2020). Overview of Applications of the Sensor Technologies for Construction Machinery, in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 110324-110335. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3001968
- Jefferson Institute (2006). *Konkurentnost privrede Srbije 2006: Dijagnoza rasta*, Beograd: Grafodrom.
- Jennings, R. (2009). *Cloud Computing with the Windows Azure Platform*, Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing.
- Johnson, L.S., Becker, A., Estrada, V. & Freeman, A. 2014. NMC Horizon Report: 2014 K-12 Edition, The New Media Consortium, Austin, 2014. Доступно на: <http://cdn.nmc.org/media/2014-nmc-horizon-report-k12-EN.pdf> (приступљено 23.8.2018.).
- Jukić, N., Vrbsky, S. & Nestorov, S. (2017). *Database Systems: Introduction to Databases and Data Warehouses 1st Edition*. Burlington, USA: Prospect Press Inc.
- Jurčević, M., Pavlović, M. i Šolman, H. (2017). *Opće smjernice za BIM pristup u graditeljstvu*, Zagreb, Hrvatska komora inženjera građevinarstva, Naklada Zadro.
- Качур, R. (2000). *Data Warehouse Management Handbook*. Paramus: Prentice Hall.
- Kamki, J. (2017). *Digital Analytics: Data Driven Decision Making in Digital World*. Chennai, India: Notion Press.
- Karlsen, J.T., Andersen, J., Birkely, L. & Odegard, E. (2006). An empirical study of critical success factors in IT projects. *International Journal of Management and Enterprise Development*, 3 (4), pp. 297 - 311. DOI 10.1504/IJMED.2006.009083.
- Karrbom Gustavsson, T. & Gohary, H. (2012). Boundary action in construction projects: new collaborative project practices. *International Journal of Managing Projects in Business*, 5 (3), pp. 364-376.
- Kievskiy, L.V. & Kievskiy, I.L. (2016). Multiplier Effects of the Moscow Construction Complex. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11 (1), 304-311.
- Kirianaki, N., Yurish, S., Shpak, N. & Deynega, V. (2001). *Data Acquisition and Signal Processing for Smart Sensor*. Chichester, England: John Wiley and Sons, Ltd.
- Kimball, R. & Caserta, J. (2004). *The Data Warehouse ETL Toolkit: Practical Techniques for Extracting, Cleaning, Conforming, and Delivering Data 1st Edition*. Indianapolis, USA: Wiley Publishing Inc.
- Klinc, R., Turk, Ž. & Dolenc, M. (2010). ICT enabled communication in construction 2.0. *Pollack Periodica*, 5 (1), pp. 109-120.

- Kolarić, S. & Vukomanović, M. (2017). Potential of BIM and ERP Integration in Contractor Construction Companies. In: Anita Cerić et al. (Eds.), *13th International Conference Organization, Technology and Management in Construction*.
- Kramp, T., van Kranenburg, R. & Lange, S. (2013). Introduction to the Internet of Things. In: Bassi A. et al. (Eds.) *Enabling Things to Talk*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40403-0_1
- Kranz, M. (2016). *Building the Internet of Things: Implement New Business Models, Disrupt Competitors, Transform Your Industry*, New Jersey, USA: John Wiley & Sons.
- Kulpa, M.K. & Johnson, K.A. (2003). *Interpreting the CMMI: A Process Improvement Approach*, Boca Raton: CRC Press.
- Квартални Монитор бр.44, јан-март 2016. Доступно на: <https://fren.org.rs/wp-content/uploads/2019/05/Privredna-aktivnost.pdf> (приступљено 14.8.2018.).
- Lamarsh Global (2013). *Make Change Management Your Competitive Differentiator*. Доступно на: <http://www.lamarsh.com/make-change-management-differentiator/> (приступљено 14.11.2019.).
- Laudon, K.C. & Laudon, J.P. (2012). *Management Information Systems-Managing the digital firm-12th edition*, London, UK: Pearson Education Limited.
- L.E.K Consulting on behalf of the UK Contractors Group, 2009. *Construction in the UK Economy: The Benefits of Investment*. Доступно на: <https://www.slideshare.net/MartinClarke/ukcgconstruction-in-the-uk-economybipresentationfinal> (приступљено 18.4.2019.).
- Lee, J., Hsueh, S. & Tseng, H. (2008). Utilizing data mining to discover knowledge in construction enterprise performance records. *Journal of Civil Engineering and Management*, 14 (2), pp. 79–84.
- Lehaney B., Lovett, P. & Shah, M. (2011). *Business Information Systems and Technology: A Primer*. Abingdon, Oxon: Routledge.
- Leonardi, P. (2011). When flexible routines meet flexible technologies: Affordance, constraint, and the imbrication of human and material agencies. *MIS quarterly*, 35 (1), pp. 147-167.
- Leonardi, P.M. & Barley, S.R. (2012). What's under construction here? Social Action, materiality, and power in constructivist studies of technology and organizing. *The Academy of Management Annals*, 4 (1), pp. 1-51.
- Leontiades, J. C. (2001). *Managing the Global Enterprise. Competing in the information age*. London: Prentice Hall.
- Li, Y. & Liu, C. (2019). Applications of multicopter drone technologies in construction management. *International Journal of Construction Management*, 19 (5), pp. 401-412, DOI: 10.1080/15623599.2018.1452101.
- Li, D., Lu, M. & Wales, R. (2019). *Geographic Information Systems and Science, Google Earth Augmented for Earthwork Construction Planning*, IntechOpen.
- Li-Hua, R. (2007). What is technology management? *Journal of Technology Management in China*, 2 (1). <https://doi.org/10.1108/jtmc.2007.30202aaa.001>.

- Liataud, B. & Hammond, M. (2000). *E-Business Intelligence: Turning Information into Knowledge into Profit*. New York, USA: McGraw-Hill.
- Liela, E., Verdina, G. & Verdina, A. (2012). Assessment and problems of projects implemented by companies and co-financed by the European Union funds in Latvia. *European Integration Studies*, 6, pp. 233-239.
- Linderoth, H. & Jacobsson, M. (2008). Understanding adoption and use of ICT in construction projects through the lens of context, actors and technology. CIB W78, International Conference on Information Technology in Construction, Santiago, Chile.
- Lindner, M.A, Vaquero, L.M, L. Rodero-Merino, L & Caceres, J. (2010). Cloud economics: dynamic business models for business on demand. *International Journal of Business Information Systems*, 5 (4). pp. 373-392.
- Linthicum, D.S. (2009). *Cloud Computing and SOA Convergence in Your Business*. Reading, Massachusetts: Addison- Wesley Professional.
- Lisbon Strategy 2000-2010, (2010). The Lisbon strategy 2000-2010: An analysis and evaluation of the methods used and results achieved. Доступно на: <https://www.europarl.europa.eu/document/activities/cont/201107/20110718ATT24270/20110718ATT24270EN.pdf> (приступљено 5.4.2018.).
- Liska, A. (2015). *Building an Intelligence-Led Security Program, What is Intelligence?* Waltham, USA: Elsevier Inc. (p. 21-38).
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J. & Rhind, D.W. (2005). *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications* (2nd Ed), New Jersey, USA: John Wiley & Sons.
- Lopes, Jorge (2012). Construction in the economy and its role in socio-economic development: role of construction in economic development. In Ofori, George (ed.) *New perspectives on construction in developing countries*. Cib. p.41-71. ISBN 9780415585729.
- Louis, J., Phillip, S., Dunston, P.S. (2018). Integrating IoT into operational workflows for real-time and automated decision-making in repetitive construction operations, *Automation in Construction*, 94, pp. 317-327.
- Lucas, J., Khademi, A., Ross, B. & Fulaytar, G. (2015). A reliability model for BIM-related automated processes. In: *Proceedings of the 32nd International Conference of CIB W78*, Eindhoven, The Netherlands, pp. 497–505.
- Lukić, R. (1995). *Metodologija prava*. Beograd: Sabrana djela.
- Maguire, S. (2000). Towards a “business-led” approach to information systems development. *Information Management & Computer Security*, 8 (5), pp. 230-238.
- Marr, B. (2020). The Amazing Ways Artificial Intelligence (AI) Can Now Detect Dangers at Work. Доступно на: <https://bernardmarr.com/default.asp?contentID=1897> (приступљено 18.7.2020.).
- Marshall, R.A. (2007). The contribution of earned value management to project success on contracted efforts. *Journal of Contract Management*, 5 (1), pp. 21-33.

- Matthew, J., Pollack-Johnson, B. & Smith, C. (2001). Project Management in Construction: Software Use and Research Directions. *Journal of Construction Engineering and Management*, 127 (2), pp. 101-107.
- McGraw-Hill Construction (2014). The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets. Доступно на: <https://www.construction.com/toolkit/reports/bim-business-value-construction-global-markets> (приступљено 28.11.2019.).
- McKinsey Global Institute (2017). Reinventing construction: A route to higher productivity, Global construction has a productivity problem, pp. 15-34. Доступно на: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Operations/Our%20Insights/Reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/MGI-Reinventing-construction-A-route-to-higher-productivity-Full-report.pdf> (приступљено 11.7.2019.).
- McKinsey & Company (2018). Creating value with the cloud. Доступно на: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Creating%20value%20with%20the%20cloud%20compendium/Creating-value-with-the-cloud.ashx> (приступљено 3.7.2019.).
- McKinsey Global Institute (2020). The next normal in construction: How disruption is reshaping the world's largest ecosystem. Доступно на: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/The%20next%20normal%20in%20construction/The-next-normal-in-construction.pdf> (приступљено 12.8.2020.).
- Mell, P. & Grance, T. (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing*. National Institute of Standards and Technology, Special publication 800-145.
- Mellado, F., Lou, E.C.W. & Becerra, C.L.C. (2019). Synthesising performance in the construction industry: An analysis of performance indicators to promote project improvement. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27 (2), pp. 579-608.
- Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F. & Chlamtac, I. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges, *Ad Hoc Networks*, 10 (7), pp. 1497–1516.
- Misra, G., Kumar, V., Agarwal, A. & Agarwal, K. (2016). Internet of Things (IoT) - A Technological Analysis and Survey on Vision, Concepts, Challenges, Innovation Directions, Technologies, and Applications (An Upcoming or Future Generation Computer Communication System Technology), *American Journal of Electrical and Electronic Engineering*, 4 (1), pp. 23-32.
- Митровић, С., (2010). Инфраструктурни приоритети – Саобраћај. У: Посткризни модел економског раста и развоја Србије 2011-2020. Доступно на: <https://www.ecinst.org.rs/sites/default/files/page-files/postkrizni-model-ekonomskog-rasta-i-razvoja-2011-2020.pdf> (приступљено 23.11.2018.).
- Младеновић, И. (2013). Грађевинарство као индустријски сектор у функцији опоравка привреде Републике Србије. *Економски хоризонти*, 15 (3), str. 245-256.
- Molnár, M., Anderson, R. & Ekholm, A. (2007). Benefits of ICT in the construction industry – Characterization of the present situation the house building processes. Proceedings of CIB W78 conference 2007, Maribor.

- Mohamed, Z., Philip, A. & Davern, J.M. (2008). Measuring the effects of business intelligence systems. The relationship between business process and organizational performance. *International Journal of Accounting Information Systems*, 9 (3), pp. 135-153.
- Mohan, M. & Varghese, S. (2019). Artificial Intelligence Enabled Safety for Construction Sites, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 6 (6), pp. 681-685.
- Montequin, V.R., Fernandez, S.C., Fernandez, F.O. & Balsera, J.V. (2016). Analysis of the success factors and failure causes in projects: comparison of the Spanish information and communication technology (ICT) sector. *International journal of information technology project management*, 7 (1), pp. 18-31.
- Murray, A. (2010). *The Wall Street Journal Essential Guide to Management: Lasting Lessons from the Best Leadership Minds of Our Time*, New York: Harper.
- Navon, R. (2007). Research in automated measurement of project performance indicators. *Journal Automation in Construction*, 16 (2), pp. 176-188.
- Negash, S. (2004). Business Intelligence. *Communications of the Association of Information Systems*, 13, 177-195.
- Niu, Y., Anumba, C. & Lu, W. (2019). Taxonomy and Deployment Framework for Emerging Pervasive Technologies in Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145 (5), pp. 1-13. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001653](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001653)
- Новаковић, В. (2003). *Менаџмент у савременом грађевинарству*. Београд, Србија: Часопис „Изградња“.
- Nowak, A., Leymann, F., Schumm, D. & Wetzstein, B. (2011). An architecture and methodology for a four-phased approach to green business process reengineering. In: *Proceedings of the First International Conference on Information and Communication Technology for the Fight Against Global Warming (ICT-GLOW2011)*, Toulouse, France.
- OECD Proceedings (1998). *The Competitiveness of Transition Economies*, WIFO.
- Ofori, U.G. (2015). Nature of the Construction Industry, Its Needs and Its Development: A Review of Four Decades of Research. *Journal of Construction in Developing Countries*, 20 (2), pp. 115-135.
- Olszak, C.M. & Ziemia, E. (2007). Approach Building and Implementing Business Intelligence Systems. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 2, pp. 135-148.
- Olszak, C.M. & Ziemia, E. (2012). Critical Success Factors for Implementing Business Intelligence Systems in Small and Medium Enterprises on the Example of Upper Silesia, Poland. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge and Management*, 7, pp. 129-150.
- Orrin, T., Stallings, C. & Wilkinson, B. (2019). Unmanned aerial vehicles can accurately, reliably, and economically compete with terrestrial mapping methods, *Journal of Unmanned Vehicle System*, 8 (1), pp. 57-74.
- Pardeshi, V.H. (2014). Cloud Computing for Higher Education Institutes: Architecture, Strategy and Recommendations for Effective Adaptation, *Procedia Economics and Finance*, 11, pp. 589-

- Patel, K. & Patel, S. (2016). Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges, *International Journal of Engineering Science and Computing*, 6 (5), pp. 6122-6131. DOI 10.4010/2016.1482.
- PBC Today, (2018). *2D to 3D Models: Entering the Third Dimension*. Доступно на: <https://www.pbctoday.co.uk/news/bim-news/2d-to-3d-models-entering-the-third-dimension/40555> (приступљено 7.9.2019.).
- Peters, T. (1992). *Liberation Management: Necessary Disorganization for the Nanosecond Nineties*, New York: Macmillan.
- Petrović, L. (2013). Information Society Development and Digital Divide Measuring: An Adjusted Focus on the Renewed i2010 Lisbon Agenda, *Revista Metalurgia International*, 18 (Spec. Issue no. 8), pp. 80-84.
- ПКСинфо, (2014). *Индустријализација Србије – национални пројекат и приоритет*, стр.8-9. Доступно на: <https://aplikacije.pks.rs/SADRZAJ/Files/Centar%20za%20usluge/PKSInfo%20decembar%202013-januar%202014.pdf> (приступљено 26.9.2019.).
- Ploennigs, J., Cohn, J. & A. Stanford-Clark, A. (2018). The Future of IoT, *IEEE Internet of Things Magazine*, 1 (1), pp. 28-33. doi: 10.1109/IOTM.2018.1700021.
- PMBOK Guide – Project Management Body of Knowledge (2008). Доступно на: https://www.academia.edu/15584328/PMBOK_4th_English
- Prencipe, A. & Tell, F. (2001). Inter-project Learning: Processes and Outcomes of Knowledge Codification in Project-Based Firms. *Research Policy*, 30 (9), pp. 1373–1394.
- PricewaterhouseCoopers (2011). Valuing the role of Construction in the New Zealand economy, A report to the Construction Strategy Group, Final Report 2011, PricewaterhouseCoopers, Auckland.
- Привредна комора Србије, (2020). *Позитивни трендови у грађевинском сектору*. Доступно на: <https://www.pks.rs/vesti/pozitivni-trendovi-u-gradevinskom-sektoru-2299> (приступљено 12.5.2020.).
- Портер, М. (2008). *О конкуренцији*. Београд: Факултет за економију, финансије и администрацију, Универзитет Сингидунум.
- Porter, E.M. & Heppelmann, E. (2014). How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. *Harvard Business Review (HBR)*, No. 11.
- Qiang Zhen-Wei, C., Rossotto, C. & Kimura, K. (2009). Economic Impacts of Broadband. In Information and Communications for Development: Extending Reach and Increasing Impact. Washington D.C., USA: World Bank. Доступно на: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/645821468337815208/pdf/487910PUB0EPI1101Official0Use0Only1.pdf> (приступљено 16.11.2019.).
- Radojičić, M., Vesić Vasović, J. & Nešić, Z. (2013). *Application of optimization methods in the function of improving performance of organizational systems*. Čačak: Faculty of Technical Sciences Čačak - University of Kragujevac.

- Rahman, R.A., Alsafouri, S., Tang, P. & Ayer, S.K. (2016). Comparing building information modeling skills of project managers and BIM managers based on social media analysis. *Procedia Engineering*, 145, pp. 812–819.
- Ramanigopal, C.S., Palaniappan, G. & Hemalatha, N. (2012). Business Intelligence for Infrastructure and Construction Industry. *International Journal of Business Economics & Management Research*, 2 (6), pp. 71-86.
- Rasmussen, N., Goldy, P.S. & Solli, P.O. (2002). *Financial Business Intelligence: Trends, Technology, Software Selection and Implementation*, New Jersey, USA: John Wiley & Sons.
- Ranjan J. (2009). Business Intelligence: Concepts, components, techniques and benefits. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 9 (1), pp.60-70.
- Ray, P.P. (2016). A survey of IoT cloud platforms, *Future Computing and Informatics Journal*, 1 (1–2), pp. 35-46.
- Real Estate for Construction Business, (2020). *Improving Construction Productivity*. Доступно на: <https://www.operamelbourne.com.au/2020/10/15/improving-construction-productivity/> (приступљено 25.6.2019.).
- Rehman, H.U., Asif, M. & Ahmad, M. (2017). Future applications and research challenges of IOT. International Conference on Information and Communication Technologies (ICICT), Karachi, 2017, pp. 68-74. doi: 10.1109/ICICT.2017.8320166.
- Рејман Петровић, Д. (2009). ERP системи у функцији унапређења квалитета пословања, Зборник радова [Електронски извор] / Фестивал квалитета 2009., 36. Национална конференција о квалитету, Крагујевац, Машински факултет, стр. А-15-22.
- Reynolds, T. (2009). The role of communication infrastructure investment in economic recovery. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Доступно на: <http://www.oecd.org/digital/broadband/42799709.pdf> (приступљено 16.11.2019.).
- Rifkin, J., (2018). Internet stvari, saradjuće zajednice i propast kapitalizma. Доступно на: <http://www.novipolis.rs/sr/agora/27491/internet-stvari-saradjucejzajednice-i-propast-kapitalizma.html> (приступљено 18.9.2019.).
- Roeder, B.L. (2005). Effective Knowledge Management (KM) strategy within a business organization. Thesis. Rochester Institute of Technology. Доступно на: <https://scholarworks.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=8733&context=theses> (приступљено 29.7.2018.).
- Royer, M. (2013). The Internet of Things (IoT). A trends white paper. Bellevue College Economic & Workforce Development. Доступно на: <https://www.coeforict.org/wp-content/uploads/2013/10/Internet-of-Things-author-Michele-Royer-Phd-September-2013.pdf> (приступљено 3.10.2019.).
- Rubio, M.C., Martinez, G., Rubio, J.C. and Ordoñez, J. (2008). Role of the civil engineer as a coordinator of safety and health matters within the construction sector. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 134 (2), pp. 152-157.
- Sabol, L. (2013). BIM Technology for FM. In: Teicholz, P. (Ed.) *BIM for Facility Managers* (pp. 17–45), 1st ed., New York: Wiley.

- Самјуелсон, П. & Нордхаус, В. (2009). *Економија* (18. Издање). Загреб: Мате д.о.о.
- Sandu, D.I. (2008). Operational and Real-time Business Intelligence. *Revista Informatica Economica*, 3 (47), pp. 33-36.
- Santos, E.T. (2009). BIM and ERP: Finding similarities on two distinct concepts. *5th CIB W102 Conference: Deconstructing Babel: Sharing Global Construction Knowledge*. Rio de Janeiro, Brazil.
- Serrador, P. (2013). The Impact of Planning on Project Success - A Literature Review. *The Journal of Modern Project Management*, 1 (2).
- Sheard, S. & Lake, G. (1998). Systems Engineering Standards And Models Compared. INCOSE International Symposium, 8(1), pp. 591-598, Vancouver, Canada. <https://doi.org/10.1002/j.2334-5837.1998.tb00086.x>
- Shen, L. & Chua, D.K.H. (2011). Application of Building Information Modelling (BIM) and Information Technology (IT) for Project Collaboration, EPPM, Singapore.
- Silverman, D. (2006). *Interpreting Qualitative Data: A Guide to the Principles of Qualitative Research*. London, UK: SAGE Publications Inc.
- Simeone, D., Cursi, S., Toldo, I. & Carrara, G. (2014). BIM and knowledge management for building heritage. ACADIA 14 Conference: Design Agency, Proceedings of the 34th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture At: Los Angeles. pp.681-690.
- Skyrius, R., Kazakeviciene, G. & Bujauskas, V. (2013). The relationship between Management Decision Support and Business Intelligence: Developing awareness. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 206, pp. 587-598.
- Skyward Industry Report, (2018). The State of Drones in Big Business. White paper, Verizon company. Доступно на: <http://go.skyward.io/rs/902-SIU-382/images/2018%20State%20of%20Drones.pdf> (приступљено 3.5.2019.).
- Службени гласник РС, бр. 55 од 27. јула 2011. - Стратегија и политика развоја индустрије Републике Србије од 2011. до 2020. године.
- Службени гласник РС, бр. 68/2010.
- Службени гласник РС, бр.51/2010.
- SmartMarket Report (2017), *The Business Value of BIM for Infrastructure*. Dodge Data & Analytics, Bedford. Доступно на: <https://www.construction.com/toolkit/reports/the-business-value-of-BIM-for-infrastructure-2017> (приступљено 23.10.2019.).
- Smith, P. (2014). BIM implementation – global strategies. *Procedia Engineering*, 85, pp. 482-492.
- Soibelman, L., Wu, J., Caldas, C., Brilakis, I. & Lin, K. (2008). Management and analysis of unstructured construction data types. *Advanced Engineering Informatics*, 22(1), pp. 15–27.
- Stair, R. & Reynolds, G. (2012). *Fundamentals of Information Systems*. Boston, USA: Cengage Learning.

- Sudhakar, G. (2012). A model of critical success factors for software projects. *Journal of Enterprise Information Management*, 25 (6), pp. 537-558. DOI 10.1108/17410391211272829.
- Sulankivi, K. (2004). Benefits of centralized digital information management in multi partner projects. *Journal of Information Technology in Construction*, 9, pp. 35-63.
- Sultan, N. & Sultan, Z. (2012). The application of utility ICT in healthcare management and life science research: a new market for a disruptive innovation? 12th Conference EURAM 2012, Rotterdam, Netherlands. Доступно на: <https://www.researchgate.net/publication/277310972> (приступљено 12.9.2019.).
- Шамић, М. (1972). *Како настаје научно дјело*. Сарајево: Свјетлост.
- Шекара, Т. (2017). *Сензори у физичко-техничким мерењима*. Београд: Електротехнички факултет (ЕТФ) Универзитета у Београду.
- Tatari, O., Castro-Lacouture, D. & Skibniewski, M.J. (2008). Performance evaluation of construction enterprise resource planning systems. *Journal of Management in Engineering*, 24 (4), pp. 198-206.
- Teece, D. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43 (2-3), pp. 172-194.
- Tesfaye, E., Lemma, T., Berhan, E. & Beshah, B. (2017). Key project planning processes affecting project success. *International Journal for Quality Research*, 11 (1), pp. 159-172. 10.18421/IJQR11.01-10.
- Tomek, A. & Matejka P. (2014). The impact of BIM on risk management as an argument for its implementation in a construction company. *Procedia Engineering* 85, pp. 501 – 509.
- Tsai, M.T., Chuang, S.S. & Hsieh, W.P. (2009). An integrated process model of communication satisfaction and organizational outcomes. *Social Behavior and Personality: An International Journal*, 37 (6), pp. 825-834.
- Turban, E., Sharda, R., Aronson J.E. & King, D. (2010). *Business Intelligence. A Managerial Approach*. New Jersey: Pearson Education.
- Turban, E., Sharda, R. & Delen, D. (2011). *Decision Support and Business Intelligence Systems* (9th ed.). New Jersey: Pearson Education.
- Turban, E. & Volonino, L. (2010). *Information Technology for Management, Transforming Organizations in the Digital Economy* (7th Ed). New Jersey, USA: John Wiley & Sons.
- Vacanasa, Y., Themistocleousa, K., Agapioua, A. & Hadjimitsisa, D. (2015). Building Information Modelling (BIM) and Unmanned Aerial Vehicle (UAV) technologies in infrastructure construction project management and delay and disruption analysis, Proceedings of SPIE, Vol. 9535 95350C-1.
- Valero, E., Adán, A., & Cerrada, C. (2015). Evolution of RFID Applications in Construction: A Literature Review. *Sensors*, 15 (7), pp. 15988-16008.
- van Fenema, P. C. & Räisänen, C. (2005). Invisible Social Infrastructures to Facilitate Time-pressed Distributed Organizing. *Time & Society*, 14 (2–3), pp. 341–360.

- Vanclouster, A. & De Maeyer, P. (2012). Combining indoor and outdoor navigation: the current approach of route planners. In: *Advances in Location-Based Services, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, pp. 283–303.
- Vaquero, L.M., Rodero-Merino, L., Caceres, J. & Lindner, L.M. (2009). A Break in the Clouds: towards a Cloud Definition. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 39 (1), pp. 50-55.
- Vaquero, L.M, Rodero-Merino, L. & Buyya, R. (2011). Dynamically Scaling Applications in the Cloud. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 41 (1), pp. 45-52.
- Vergouw, B., Nagel, H., Bondt, G. & Custers, B. (2016). Drone Technology: Types, Payloads, Applications, Frequency Spectrum Issues and Future Developments. In: Custers B. (eds) *The Future of Drone Use. Information Technology and Law Series*, vol 27. T.M.C. Asser Press, The Hague, The Netherlands.
- Vesset, D. (2011). *Worldwide Business Intelligence Tools 2010 Vendor Shares*, USA: International Data Corporation (IDC).
- Voerkelius, U., Glavina, J., Specht-Mohl, C. & Schilcher, M. (2008.) *GIS priručnik za lokalne samouprave u Srbiji*. Deutche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Stalna konferencija gradova i opština (SKGO).
- Volkoff, O., Strong, D., Elmes, M. & Michael, B. (2007). Technological Embeddedness and Organizational Change. *Organization Science*, 18 (5), pp. 832-883.
- von Würtemberg, L. M., Franke, U., Lagerström, R., Ericsson, E. & Lilliesköld, J. (2011). IT project success factors: An experience report. *Proceedings of PICMET 2011: Technology Management in the Energy Smart World (PICMET)*, pp. 1-10, Portland, USA.
- Voss, C., Tsikriktsis, N. & Frohlich, M. (2002). Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22 (2), pp. 195-219.
- Vujović, V., Denić, N., Stevanović, V., Stevanović, M., Stojanović, J., Cao, Y., Alhammadi, Y., Jermittiparsert, K., Van Le, H., Wakil, K. & Radojković, I. (2020). Project Planning and Risk Management as a Success Factor for IT Projects in Agricultural Schools in Serbia. *Technology in Society*, 63 (November Issue), Article No. 101371, <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101371>
- Zhang, Y. (2011). Technology framework of the Internet of Things and its application. 2011 International Conference on Electrical and Control Engineering, Yichang 2011, pp. 4109-4112. doi: 10.1109/ICECENG.2011.6057290).
- Ziegler, S. Crettaz, C., Ladid, L., Krco, S., Pokric, B., Skarmeta, A.F., Jara, A., Kastner, W. & Jung, M. (2013). IoT6 – Moving to an IPv6-Based Future IoT. In: Galis A., Gavras A. (eds) *The Future Internet. FIA 2013. Lecture Notes in Computer Science*, vol 7858. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38082-2_14
- Zouganeli, E. & Svinnset, I.E. (2009). Connected objects and the Internet of things — A paradigm shift. 2009 International Conference on Photonics in Switching, Pisa, pp. 1-4, doi: 10.1109/PS.2009.5307747.

- Zuurmond A. (1996). From Bureaucracy to Infocracy: towards management through information architecture. In: Taylor, J.A., Snellen, I.T.M. & Zuurmond, A, (eds.). *Beyond BPR in Public administration, Institutional Transformation in an Information Age*. Amsterdam: ISO Press.
- Zwick, T. (2002). Employee resistance against innovations. *International Journal of Manpower*, 23 (6), pp. 542-552. <https://doi.org/10.1108/01437720210446397>
- Žugaj, M., Šehanovic, J. & Cingula, M. (1999). *Organizacija*. Varaždin, Hrvatska: FOI.
- Yan, H., Yang, N., Peng, Y. & Ren, Y. (2020). Data mining in the construction industry: Present status, opportunities, and future trends. *Automation in Construction*, 119, November 2020, 103331.
- Yin, R.K. (2009). *Case Study Research: Design & Methods*. London: SAGE Publications Inc.
- Underwood, J., Kuruoglu, M., Acikalin, U., & Isikdag, U. (2008). Evaluating the integrative function of ERP systems used within the construction industry. *E-Work and e-Business in Architecture, Engineering and Construction – Zarli & Scherer (eds)*, (pp. 245-254). London: Taylor & Francis Group.
- Walker, D. & Lloyd-Walker, B. (2016). Rethinking project management: Its influence on papers published in the international journal of managing projects in business. *International Journal of Managing Projects in Business*, 9 (4), pp. 716-743.
- Wang, J., Sun, W., Shou, W., Wang, X., Wu, C., Chong, H.Y. and Liu, Y. (2014). Integrating BIM and LiDAR for Real-Time Construction Quality Control. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*. 79 (3): pp. 417-432.
- Wargent, P., (2014). *Why residential construction is so important to the Australian economy*. Property Observer. Доступно на: <https://www.urban.com.au/expert-insights/investing/33574-why-residential-construction-is-so-important-to-the-australian-econom> (приступљено 14.3.2019.).
- Warrier, R., (2019). *Top causes of global construction fatalities, and how to avoid site risks*. Construction Week. Доступно на: <https://www.constructionweekonline.com/people/training/255830-top-10-causes-of-construction-deaths-and-how-to-prevent-site-accidents> (приступљено 23.12.2019.).
- Watson, H. J. & Wixom, B.H. (2007). The Current State of Business Intelligence. *Journal Computer*, 40 (9), pp. 96-99.
- Whittaker, B. (1999). What went wrong? Unsuccessful information technology projects. *Information Management & Computer Security*, 7 (1), pp. 23-29.
- Wierzbicki, M., de Silva, C.V. and Krug, D.H. (2011). BIM – History and Trends. CONVR2011: International Conference on Construction Applications of Virtual Reality, Weimar, Germany.
- Wikforss, O. & Lofgren, A. (2007). Rethinking communication in construction. *Journal of Information Technology in Construction*, 12, pp. 337-346.
- Wilkinson, S., Chang-Richards, A.Y. & Sapeciay, Z. (2014). Investment in the Construction Sector to Reduce Disaster Risk Management. United Nations Office for Disaster Risk Reduction Resilient Organisations.

- Winch, G.M. (2010). *Managing construction projects*. London, UK: Wiley-Blackwell.
- Winch G.M. (2000). The Management of Projects as a Generic Business Process. In: Lundin R.A., Hartman F. (eds) *Projects as Business Constituents and Guiding Motives*, pp. 117–130. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4505-7_9
- Woetzel, J., Garemo, N., Mischke, J., Kamra, P. & Palter, R., (2017a). *Bridging infrastructure gaps: Has the world made progress?* McKinsey Global Institute. Доступно на: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/bridging-infrastructure-gaps-has-the-world-made-progress#> (приступљено 15.6.2019.).
- Woetzel, J., Mischke, J. & Parsons, M. (2017b). *How to Make Every Dollar of Infrastructure Investment Go Further*. Harvard Business Review, March 2017.
- Woodhead, R., Stephenson, P. & Morrey, D. (2018). Digital construction: From point solutions to IoT ecosystem, *Automation in Construction*, 93, pp. 35-46.

Биографија аутора

Вук Вујовић рођен је 19.августа 1974. године у Приштини.

Завршио је Прву приштинску гимназију у Приштини, природно-математички смер, 1993. године. Дипломирао на Електротехничком факултету у Приштини, јуна 2001. године на смеру Електроника и телекомуникације и стекао звање дипломираног инжењера електротехнике. Магистарске студије уписао је 2005. године на Факултету за економију, финансије и администрацију, универзитета Сингидунум у Београду. Магистарски рад под називом „Успешно спровођење стратегије у организацијама: кључне препреке и савремени изазови“, одбранио је у јулу 2010. године и стекао звање магистра наука о менаџменту. У октобру 2015. године уписао је докторске студије на Факултету информатичких технологија, Алфа БК универзитета у Београду.

У току основних академских студија, од октобра 1996. до септембра 1998. године, радио је као професор информатике и рачунарства у гимназији „Иво Лола Рибар“ у Косовом Пољу. Од септембра 1999. године живео је у Бару и радио за две хуманитарне организације: ARC - American Refugee Committee (Амерички комитет за избеглице) и DRC - Danish Refugee Council (Дански савет за избеглице), на пословима одржавања база података и рачунарских мрежа, све до јануара 2003. године, када одлази за Београд, где је наставио да ради у хуманитарној организацији ARC. У октобру 2003. године отишао је у Ирак, где је до јула 2005. године радио за компанију „Custer Battles“ у администрацији и финансијама у Багдаду.

Након повратка у Србију, каријеру наставља у привредном сектору на руководећим позицијама у неколико грађевинских предузећа и фабрика за производњу грађевинског материјала: био је извршни директор у грађевинским предузећима „МБА Миљковић“ и „Ратко Митровић нискоградња“ из Београда, од маја 2008. до децембра 2015. године; генерални директор грађевинског предузећа „Војпут“ у Суботици у периоду јануар 2016. - фебруар 2020. године; био је председник Управног одбора предузећа „Крон“ из Београда, у периоду август 2006. године до краја 2007. године; био је председник Управног одбора фабрике радијатора „Југотерм“ из Меровине, од јануара 2009. године до фебруара 2016. године; био је председник Управног одбора предузећа „Равнаја“ из Малог Зворника, у периоду септембар 2011. – фебруар 2016. године. Био је и члан Управног одбора Регулаторне агенције за електронске комуникације и поштанске услуге Републике Србије – РАТЕЛ, од марта 2011. године до априла 2016. године. Тренутно је запослен у предузећу „РАС инжењеринг нискоградња“ у Београду, на месту директора, где ради од марта 2020. године.

У предузећима „МБА Миљковић“ и „Ратко Митровић нискоградња“ успешно је спровео увођење и интеграцију ЕРП система у њихову инфраструктуру и извршио његову оптимизацију у складу са функционалним потребама оба предузећа. У предузећу „Југотерм“ увео је међународни стандард ИСО 9001 – систем управљања квалитетом. У предузећу „Војпут“ успешно је извршио његово реструктурирање и прилагодио пословни информациони систем предузећа новој организационој структури.

Од септембра 2016. године ради као асистент на Факултету за информационе технологије универзитета Алфа БК из Београда, и као професор информатике и рачунарства у гимназији „Креативно перо“. Такође је и ментор тима, којег чине најбољи ђаци средњих школа, и представљају Републику Србију на међународним такмичењима у роботизици, које сваке године организује FIRST Global, у циљу промовисања СТЕМ каријере међу младима.

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора: **Вук Вујовић**

Број индекса: **7/2015**

Изјављујем

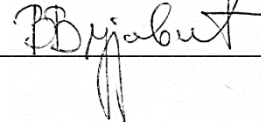
да је докторска дисертација под насловом

Модел унапређења информационих система у функцији побољшања пословања грађевинских предузећа у Србији

- 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 ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

У Београду, 30.6.2021.

Потпис аутора



Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: **Вук Вујовић**

Број индекса: **7/2015**

Студијски програм: **Информационо-комуникационе технологије**

Наслов рада: **Модел унапређења информационих система у функцији побољшања пословања грађевинских предузећа у Србији**

Ментор: **др Небојша Денић, ванредни професор**

Коментор: **др Ненад Глигорић, доцент**

Потписани Вук Вујовић

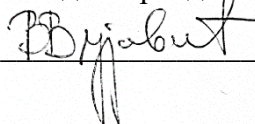
Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао за објављивање у репозиторијуму на сајту Алфа БК Универзитета у Београду.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање научног звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења, подаци о стеченим стручним и академским звањима, датум одбране рада и други подаци, у функцији транспарентности поступка стицања научног звања.

Ови лични подаци могу се објавити у публикацијама Алфа БК Универзитета и доставити Министарству просвете, науке и технолошког развоја, и бити доступни сагласни Закону о слободном приступу информацијама од јавног значаја..

У Београду, 30.6.2021. године

Потпис докторанда



Изјава о коришћењу

Овлашћујем Алфа БК Универзитет да у Дигитални репозиторијум Универзитета унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Модел унапређења информационих система у функцији побољшања пословања грађевинских предузећа у Србији

која је моје ауторско дело.

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

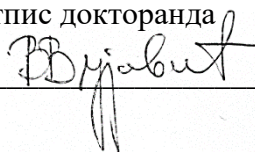
Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета, достављену репозиторијуму Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио.

1. Ауторство
2. Ауторство – некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прерада
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прерада
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве.)

У Београду, 30.6.2021. године

Потпис докторанда



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