

Uloga tehnologije Interneta stvari u digitalnoj transformaciji poslovanja

Pobi, Marko

Postgraduate specialist thesis / Završni specijalistički

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Economics and Business / Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:148:783604>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported/Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-14**



Repository / Repozitorij:

[REPEFZG - Digital Repository - Faculty of Economics & Business Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Sveučilišni specijalistički studij
Poslovno upravljanje - MBA

**ULOGA TEHNOLOGIJE INTERNETA STVARI U DIGITALNOJ
TRANSFORMACIJI POSLOVANJA**

Sveučilišni specijalistički rad

Marko Pobi

Zagreb, prosinac 2023.

PODACI I INFORMACIJE O STUDENTU SVEUČILIŠNOG SPECIJALISTIČKOG STUDIJA

Ime i prezime: Marko Pobi

Datum i mjesto rođenja: 25. 03. 1996., Zagreb

Naziv završenog fakulteta i godina diplomiranja: Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu, 2019.

PODACI O SVEUČILIŠNOM SPECIJALISTIČKOM RADU

Vrsta studija: Sveučilišni specijalistički studij

Naziv studija: Poslovno upravljanje – MBA

Naslov rada: Uloga tehnologije Interneta stvari u digitalnoj transformaciji poslovanja

Naslov rada (engleski jezik): The role of Internet of Things technology in digital business transformation

UDK (popunjava Knjižnica): _____

Fakultet na kojem je rad obranjen: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

POVJERENSTVO, OCJENA I OBRANA RADA

Datum prihvaćanja teme: 27. 06. 2023.

Mentor: Prof. dr. sc. Mario Spremić

Povjerenstvo za ocjenu rada:

1. Izv. prof. dr. sc. Božidar Jaković
2. Prof. dr. sc. Mario Spremić
3. Izv. prof. dr. sc. Ivana Načinović Braje

Povjerenstvo za obranu rada:

1. Izv. prof. dr. sc. Božidar Jaković
2. Prof. dr. sc. Mario Spremić
3. Izv. prof. dr. sc. Ivana Načinović Braje

Datum obrane rada: 12. 12. 2023.

Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Sveučilišni specijalistički studij
Poslovno upravljanje - MBA

**ULOGA TEHNOLOGIJE INTERNETA STVARI U DIGITALNOJ
TRANSFORMACIJI POSLOVANJA**
**THE ROLE OF INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY IN DIGITAL
BUSINESS TRANSFORMATION**

Sveučilišni specijalistički rad

Student: Marko Pobi

Matični broj studenta: PDS-13-2022

Mentor: Prof. dr. sc. Mario Spremić

Zagreb, prosinac 2023.

Sažetak

U suvremenom digitalnom dobu, mogućnost prilagodbe i inovativnost postaju neizbježne za svaki segment društva. Kako se svijet ubrzano digitalizira, digitalna transformacija i tehnologija Interneta stvari (engl. *Internet of Things*, u nastavku će se koristiti kratica IoT) pojavljuju se kao ključni elementi ovog evolutivnog procesa. Dok digitalna transformacija oslikava sveopću težnju prema modernizaciji i optimizaciji procesa, komunikacija i usluga, IoT se manifestira kao tehnološka kraljeznica koja omogućava ovu preobrazbu, spajajući virtualno s fizičkim kroz povezane uređaje.

U ovom radu pažljivo je analizirana presudna uloga koju digitalna transformacija ima u suvremenom poslovnom okruženju. Počevši s definiranjem digitalne transformacije, istražene su njene ključne prednosti, ali i potencijalni izazovi i prepreke koji se mogu pojaviti tijekom njene provedbe. Slijedeći ovu temeljnu analizu, rad je fokusiran na tehnologiju IoT-a kao ključnog pokretača digitalne transformacije. Proučeno je kako IoT može dodatno naglasiti prednosti digitalne transformacije, ali i kakve izazove donosi korištenje IoT-a. Sve je potkrijepljeno konkretnim primjerima.

Središnji dio rada fokusira se na analizu uspješnosti IoT projekata, s naglaskom na primjene u prometnim i transportnim sustavima te konceptu pametnog otoka. Ovom studijom slučaja teži se dubljem razumijevanju stvarnih prednosti i izazova koje donosi implementacija IoT-a u različitim sektorima.

Obogaćen teorijskim uvidima i praktičnim analizama, ovaj rad pruža sveobuhvatno razumijevanje kako digitalna transformacija, potpomognuta IoT tehnologijom, preoblikuje naše svakodnevne živote, istražujući ključne lekcije iz stvarnih projekata i njihovih rezultata.

Ključne riječi: digitalna transformacija, Internet stvari, poslovna inovacija, transportni sustav, pametni otok

Summary

In the modern digital era, adaptation and innovation are becoming inevitable for every segment of society. As the world undergoes rapid digitalization, digital transformation and Internet of Things (IoT) technology emerge as key elements of this evolutionary process. While digital transformation represents the overarching drive towards modernization and optimization of processes, communications and services, IoT manifests as the technological backbone that enables this transformation, merging the virtual with the physical through connected devices.

Starting with the definition of digital transformation, its key advantages are explored, as well as potential challenges and obstacles that might arise during its implementation. Following this foundational analysis, the paper focuses on IoT technology as a key driver of digital transformation. It examines how IoT can further emphasize the benefits of digital transformation and the challenges that come with the adoption of IoT. All of these are substantiated with specific examples.

The core of this paper focuses on analyzing the success of IoT projects, emphasizing applications in transportation systems and the concept of smart island. Through these case study, the aim is to delve deeper into the tangible benefits and challenges that the implementation of IoT brings across various sectors.

Enriched with theoretical insights and practical analyses, this paper provides a comprehensive understanding of how digital transformation, augmented by IoT technology, reshapes our everyday lives, exploring key lessons from real-world projects and their outcomes.

Keywords: digital transformation, Internet of Things, business innovation, transportation system, smart island

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je poslijediplomski specijalistički rad / seminarski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog izvora te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.



(vlastoručni potpis studenta)

Zagreb, 6. 11. 2023.

(mjesto i datum)

STATEMENT ON THE ACADEMIC INTEGRITY

I hereby declare and confirm by my signature that the final thesis is the sole result of my own work based on my research and relies on the published literature, as shown in the listed notes and bibliography.

I declare that no part of the thesis has been written in an unauthorized manner, i.e., it is not transcribed from the non-cited work, and that no part of the thesis infringes any of the copyrights.

I also declare that no part of the thesis has been used for any other work in any other higher education, scientific or educational institution.



(personal signature of the student)

Zagreb, 6. 11. 2023.

(place and date)

Sadržaj

1. UVOD.....	1
1.1. Predmet i cilj rada.....	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja.....	3
1.3. Struktura i sadržaj rada.....	4
2. OSNOVNA OBILJEŽJA DIGITALNE TRANSFORMACIJE POSLOVANJA.....	6
2.1. Pojmovno određenje digitalne transformacije.....	6
2.2. Prednosti i izazovi digitalne transformacije poslovanja.....	11
2.3. Koncepti analize uspješnosti digitalne transformacije.....	22
2.4. Primjeri primjene digitalne transformacije u poslovanju.....	27
3. INTERNET STVARI KAO VAŽAN ČIMBENIK DIGITALNE TRANSFORMACIJE.....	36
3.1. Pojmovno određenje i specifičnosti tehnologije Interneta stvari.....	36
3.2. Utjecaj tehnologije Interneta stvari u procesu digitalne transformacije.....	47
3.3. Primjeri primjene tehnologije Interneta stvari u gradovima.....	49
4. STUDIJA SLUČAJA: IMPLEMENTACIJA RJEŠENJA TEMELJENIH NA INTERNETU STVARI U PODUZEĆU ERICSSON NIKOLA TESLA.....	57
4.1. Opis metodologije provedbe studije slučaja.....	57
4.2. Ciljevi i očekivani rezultati studije slučaja primjene tehnologije Interneta stvari.....	59
4.3. Opis implementacije rješenja temeljenih na Internetu stvari.....	60
4.4. Analiza podataka i diskusija primjene u poslovnom kontekstu.....	70
4.5. Izazovi i prepreke primjene rješenja temeljenih na Internetu stvari u digitalnoj transformaciji poslovanja.....	77
5. ZAKLJUČAK.....	80
LITERATURA.....	83
POPIS SLIKA.....	91
POPIS TABLICA.....	92
ŽIVOTOPIS.....	93

1. UVOD

1.1. Predmet i cilj rada

U posljednje vrijeme, uz konstantni razvoj tehnologije, nameće se potreba za inovativnošću i primjenom digitalizacije u razvoju svakog segmenta poslovanja i života općenito. Veliku važnost za poslovanje poduzeća nosi pravovremeno prepoznavanje digitalnih trendova te odlučnost i sposobnost u njihovoj primjeni u vlastitom poslovanju. Digitalna transformacija predstavlja integraciju digitalnih tehnologija u poslovne procese s ciljem povećanja efikasnosti i produktivnosti te boljeg razumijevanja korisnika i tržišta. Uz poslovanje poduzeća, digitalna transformacija je primjenjiva i u drugim segmentima života kao što su digitalizacija prometa gdje se automatizira upravljanje prometnim sustavom ili digitalna transformacija kuća i otoka gdje se olakšavaju pojedine aktivnosti korištenjem digitalne tehnologije. Važnu ulogu u tome ima i tehnologija Interneta stvari. Internet stvari je koncept koji se odnosi na povezivanje različitih uređaja putem interneta, što omogućuje razmjenu podataka i automatizaciju procesa. Uloga Interneta stvari u digitalnoj transformaciji poslovanja postaje sve važnija jer se IoT rješenja mogu primijeniti u različitim sektorima, uključujući proizvodnju, promet, zdravstvo, javnu upravu i ostale.

Predmet istraživanja ovog sveučilišnog specijalističkog rada jest analiza povezanosti tehnologije Interneta stvari i digitalne transformacije. Rad se primarno fokusira na pojašnjenje tehnologije Interneta stvari i procesa digitalne transformacije, prikaz njihovih prednosti i izazova te njihovu sinergiju kroz primjere primjene, kako u poslovanju, tako i u različitim segmentima života. U radu se provodi i studija slučaja fokusirana na primjenu IoT-a u digitalnoj transformaciji poslovanja kroz konkretne projekte. Time se želi pružiti uvid u prednosti, izazove i najbolje prakse primjene IoT tehnologije u određenim domenama. Primjeri iz studije slučaja koji se razrađuju vezani su uz poduzeće Ericsson Nikola Tesla d.d. i uključuju primjenu IoT-a u projektu pametnih gradova u domeni prometa, kao što je sustav za upravljanje prometom, parkiranje i javni prijevoz, i projektu pametnog otoka koji uključuje sustave za upravljanje energijom, sigurnošću, klimatizacijom i osvjetljenjem. Predmet istraživanja rada je odabran zbog sve češće primjene IoT-a u poslovanju i njegovoj digitalnoj transformaciji te zanimljivosti i inovacija koje to područje pruža.

Također, rad pruža metodološku analizu integracije digitalne transformacije i IoT-a analizirajući rješenja za spomenute domene. Metodološka analiza nije u dovoljnoj mjeri zastupljena kod takvih projekata što pruža jedinstvenu priliku i daje motivaciju za njeno provođenje.

U zaključnom dijelu sumiraju se sva zapažanja i postignuti rezultati, iz kojih se izvode ključne pouke o povezanosti digitalne transformacije i IoT-a, te se nudi niz preporuka za unapređenje budućih projekata.

U skladu s tematskim okvirom i definiranim opsegom rada, formulirani su osnovni ciljevi rada, čije se ostvarenje teži postići u procesu izrade. Postavljeni ciljevi su sljedeći:

- definirati i analizirati proces digitalne transformacije,
- identificirati čimbenike koji utječu na uspješnost digitalne transformacije,
- definirati i analizirati tehnologiju Interneta stvari,
- istražiti koristi i mogućnosti primjene tehnologije Interneta stvari u digitalnoj transformaciji,
- provesti analizu studije slučaja uspješne primjene tehnologije Interneta stvari u svrhu digitalne transformacije,
- usporediti rezultate istraživanja iz prethodne točke te
- dati preporuke i opažanja za provođenje budućih projekata koji uključuju digitalnu transformaciju pomoću tehnologije Interneta stvari.

Ostvarenje zadanih ciljeva trebalo bi naglasiti važnost i koristi tehnologije Interneta stvari u digitalnoj transformaciji poslovanja prvenstveno pomoću projekata opisanih u analizi studije slučaja u sklopu koje se provodi istraživanje.

Stručni doprinos specijalističkog rada očituje se kroz više različitih čimbenika. Prvi čimbenik jest istraživanje mogućnosti primjene digitalne transformacije te poboljšanje razumijevanja uloge tehnologije Interneta stvari u digitalnoj transformaciji poslovanja. Jedan od ključnih doprinosa ovog rada jest poboljšanje općeg razumijevanja kako tehnologija Interneta stvari može biti implementirana u različite poslovne sektore kako bi se potaknula digitalna transformacija. Ovo razumijevanje omogućuje stručnjacima i praktičarima bolje shvaćanje načina na koje IoT može biti korišten u svrhu povećanja učinkovitosti, smanjenja troškova, unapređenja proizvoda ili usluga i poboljšanja korisničkog iskustva. Kao drugi čimbenik može

se istaknuti uočavanje pozitivnih i negativnih strana primjene IoT-a kroz konkretne primjere primjene iz stvarnog svijeta. Ovo može biti korisno za stručnu zajednicu pružajući stvarne primjere primjene tehnologije, istovremeno ističući prednosti i izazove koji su se pojavili tijekom njezine implementacije. Potom je bitno razmotriti zaključke izvedene iz analize studije slučaja te rezultate primijenjene metodologije i metode kojom se mjerila uspješnost projekta. Pomoću njih se mogu definirati smjernice za implementaciju IoT-a u poslovanju te identificirati izazovi koje IoT može donijeti u digitalnoj transformaciji poslovanja. Naposljetku, važno je spomenuti i važnost ovog rada kao osnove za buduća istraživanja o ulozi IoT-a u digitalnoj transformaciji. Uz to, moguće je i poticanje interdisciplinarnе suradnje između stručnjaka iz različitih područja - od IT stručnjaka i inženjera do menadžera i poslovnih stratega. Tako je moguće bolje iskoristiti potencijal IoT-a u procesu digitalne transformacije i stvoriti učinkovitije i inovativnije poslovne modele.

1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Provedba ovog istraživanja temelji se na multidisciplinarnoj metodologiji koja je dizajnirana kako bi pružila sveobuhvatan uvid u složeni proces digitalne transformacije. Istodobno je stavljen naglasak na razumijevanje kako tehnologija Interneta stvari utječe na taj proces te kako se primjenjuje u praksi.

Kao prvi korak, sekundarnim istraživanjem provedena je detaljna analiza domaće i međunarodne literature. To je uključivalo proučavanje znanstvenih radova, članaka i ostale stručne literature s ciljem stjecanja uvida u dosadašnja istraživanja i teorije koje se bave digitalnom transformacijom i tehnologijom Interneta stvari. Kako bi se omogućilo sveobuhvatno razumijevanje, analizirane su i brojne studije slučaja koje su omogućile konkretniji uvid u stvarne primjene i implikacije ovih teorija. Izvori za prikupljanje ovih sekundarnih podataka uključivali su različite elektroničke baze podataka dostupne putem knjižnice Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, usluge Google znalac (engl. *Google Scholar*), portala koji sadrže stručnu literaturu i projektne dokumentacije za analizu studija slučaja. Kombinacija ovih resursa omogućila je pristup širokom spektru relevantnih informacija, uključujući empirijske studije, teorijske rasprave, analize trendova i slično.

Osim analize literature, ovo istraživanje također se oslanjalo na provedbu metodološke analize uspješnosti digitalne transformacije. Za to je potrebno proučavanje raznih koncepata koji služe

za takvu analizu te odabir jednoga koji će se primijeniti na određene projekte kroz studije slučaja. Za svaku proučavanu studiju slučaja, analizirana je uspješnost digitalne transformacije pomoću odabranog koncepta, nakon čega su rezultati uspoređeni i interpretirani.

Uz ovaj metodološki pristup, istraživanje je omogućilo sveobuhvatnu analizu digitalne transformacije, pružajući vrijedne uvide u čimbenike koji utječu na njen uspjeh i načine na koje tehnologija Interneta stvari može unaprijediti ovaj proces.

1.3. Struktura i sadržaj rada

Rad je strukturiran u pet poglavlja, uz dodatne dijelove koji uključuju literaturu, popise slika i tablica, životopis i priloge.

Prvo poglavlje je uvod u rad u kojemu se daje općeniti prikaz, detalji o radu i svrha pisanja rada. Ovdje se navode predmet i cilj rada, gdje se поближе objašnjava izbor teme i stručni doprinos rada. Zatim se opisuju izvori podataka i metode prikupljanja podataka te se daje pregled strukture i sadržaja rada.

Drugo poglavlje bavi se osnovnim obilježjima digitalne transformacije poslovanja. U ovom poglavlju definira pojam digitalna transformacija, prikazuju se njezine prednosti i izazovi, čimbenici koji utječu na nju, razmatraju koncepti analize uspješnosti digitalne transformacije i donose primjeri njene primjene u poslovnom svijetu.

Treće poglavlje fokusira se na Internet stvari kao važan čimbenik digitalne transformacije. U ovom poglavlju pojašnjava se tehnologija Interneta stvari, njen utjecaj na proces digitalne transformacije te se navode primjeri njene primjene.

Četvrto poglavlje predstavlja studiju slučaja o implementaciji rješenja temeljenih na Internetu stvari u poduzeću Ericsson Nikola Tesla. Ovaj dio rada sadrži opis metodologije provedbe studije slučaja, navodi ciljeve i očekivane rezultate, opisuje proces implementacije rješenja te analizira podatke i diskutira njihovu primjenu u poslovnom kontekstu.

Završno, peto poglavlje, zaključak, sadrži razmatranje primjene rješenja temeljenih na Internetu stvari u digitalnoj transformaciji poslovanja, prikazuje izazove i prepreke. Uz to, daje i zaključne misli i preporuke za budućnost na temelju svih opažanja i analize rezultata istraživanja.

Uz osnovni sadržaj rada, prilozi uključuju bibliografiju koja sadrži literaturu korištenu tijekom izrade, popis slika i tablica koje se nalaze unutar dokumenta, te životopis autora.

2. OSNOVNA OBILJEŽJA DIGITALNE TRANSFORMACIJE POSLOVANJA

2.1. Pojmovno određenje digitalne transformacije

U današnje vrijeme, gdje se sve više teži usavršavanju i unapređenju poslovnih procesa zbog čega se napuštaju tradicionalni načini poslovanja, digitalna transformacija je postala imperativ za suvremena poduzeća koja nastoje ostati konkurentna u dinamičnom poslovnom okruženju. Definiranje ovog koncepta, razumijevanje njegovih ključnih elemenata i utjecaja na poslovanje prvi su koraci u istraživanju i implementaciji digitalne transformacije. U nastavku je izdvojeno nekoliko objašnjenja, odnosno viđenja, pojma digitalne transformacije te njezinog utjecaja na poslovne procese.

Digitalna transformacija predstavlja sveobuhvatni proces koji uključuje upotrebu digitalnih tehnologija kako bi se stvorili novi ili modificirali postojeći poslovni procesi, kultura i korisnička iskustva u svrhu suočavanja s brzim poslovnim i tržišnim promjenama (Berman, 2012).

Ili kako ju Spremić (2017a) objašnjava, „digitalna transformacija poslovanja odnosi se na stalnu primjenu digitalnih tehnologija usmjerenu osmišljavanju inovativnih poslovnih strategija i disruptivnih poslovnih modela, primjeni progresivnih koncepcija poslovanja, novih načina vođenja i upravljanja (digitalni lideri), kako bi se korisnicima ponudili bolji proizvodi, usluge i osobito iskustva njihova korištenja“. Pri tome se intenzivno koriste digitalne tehnologije kako bi se stvorila nova vrijednost za korisnike, omogućilo nenadmašno iskustvo upotrebe poslovnog modela, što bi trebalo rezultirati boljim poslovnim prihodima i općenito boljim rezultatima poslovanja (Spremić, 2017a).

No, digitalna transformacija se ne odnosi samo na digitalizaciju informacija, već uključuje i duboko usađivanje digitalnih tehnologija u sve aspekte poslovanja s ciljem unapređenja operativne učinkovitosti, poticanja inovacija na svim razinama i stvaranja nove poslovne vrijednosti.

Herbert (2017) ističe da srž digitalne transformacije ne leži u pukom usvajanju novih tehnologija, već u kapacitetu poduzeća da se prilagođava i efikasno implementira te tehnologije i postupke, kako u sadašnjem tako i u budućem vremenu. To je važno naglasiti jer nije dovoljno samo uvesti novu tehnologiju i očekivati pozitivne rezultate, potrebno je i provođenje određenih akcija. Kako Herbert (2017) dalje ističe, za većinu to uključuje usvajanje

procesa koji omogućuju vodstvu i zaposlenicima poduzeća kontinuirano istraživanje, eksperimentiranje i strateško korištenje novih tehnologija. Novi uređaji, nove mreže, nove mogućnosti – sve novo u našem digitalnom dobu predstavlja jednaku prijetnju i priliku, i poput boksača u ringu, društvo koje može brzo reagirati koncentriranom snagom osvaja naslov, dok poduzeće koje se saginje i izbjegava udarce bez proaktivne strategije samo odgađa neizbježan poraz (Herbert, 2017). Time se ukazuje na potrebnu proaktivnost, želju za promjenom jer se promjena i napredak neće sami dogoditi bez pokazane inicijative i želje za promjenom. Herbert (2017) nadodaje da prosječno poduzeće danas ipak nije nimalo poput boksača, ono ostane zaglavljeno na svom putu, izolirano, sporo reagira i zakrčeno starim procesima. Tu zaglavljenost u stanju sporog donošenja odluka Herbert (2017) pripisuje hijerarhijama koje su se tijekom vremena povećale, stvarajući unutarnje silose ljudi i procesa, sa složenim procesima odobravanja koji otežavaju postizanje konsenzusa, puštajući samostalno slijeđenje zajedničkog cilja. Tu se ukazuje na jedan od problema, odnosno izazova, koje nosi digitalna transformacija, a više o tome i drugim izazovima koji se mogu pojaviti tijekom digitalne transformacije se može pronaći u poglavlju 2.2.2. Herbert (2017) zaključuje da prava digitalna transformacija uključuje rušenje tih prepreka, uklanjanje ograničenja koja nameće zastarjela logika i korištenje tehnologije za stvaranje novih izvora prihoda, smanjenje troškova i poboljšanje korisničkog iskustva. Poput boksača koji prolazi kroz rigorozne treninge, uspješna digitalna transformacija počinje nizom malih promjena koje se akumuliraju do trenutka kada se poduzeće može nositi s većim zahtjevima (Herbert, 2017). Ovdje se povlači zanimljiva usporedba digitalne transformacije s obukom boksača zbog njihovih sličnosti i krajnjeg rezultata koji nose, a to je drugačije ponašanje, izgled i smjer u kojem će ići poduzeće ili boksač i njegova karijera po završetku obuke, odnosno digitalne transformacije. Herbert (2017) zaključuje da bez obzira na veličinu poduzeća ili sektor u koji je ono uključeno, prava digitalna transformacija uključuje korištenje novih uređaja, platforme, sustava i mreže za stvaranje: profitabilnijih poslovnih modela, učinkovitijih radnih procesa, većeg pristupa tržištima, poboljšane ponude za korisnike i novih izvora prihoda.

Jedan od najvažnijih aspekata digitalne transformacije, kako Spremić (2017a) ističe, je njeno djelovanje na korjenite promjene u načinu na koji poduzeća vode svoje poslovanje.

Iznimno je važno da se proces digitalne transformacije ne vidi samo kao tehnička implementacija digitalnih rješenja, već kao strateški pristup koji obuhvaća promjene u

poslovnim modelima, korporativnoj kulturi, poslovnim procesima i odnosima s klijentima. Na to se može nadovezati i ono što Rogers (2016) ističe, a to je da u fokusu digitalne transformacije nije tehnologija, nego strategija i novi način razmišljanja. Iz toga se da iščitati kako strategija ima važnu ulogu u procesu digitalne transformacije. Ona omogućava poduzećima da definiraju svoje ciljeve, postavljaju prioritete i odaberu smjer u kojem se žele razvijati. Dobro osmišljena strategija osigurava da digitalna transformacija ne bude tek niz nekoordiniranih tehnoloških promjena, već svjesno i sustavno usmjerenje prema postizanju konkurentske prednosti i dugoročne održivosti u digitalno doba. Rogers (2016) dodatno naglašava kako transformacija u eri digitalizacije podrazumijeva znatno dublje promjene u strategijskom pristupu poslovanju, a ne samo tehnološko unapređenje infrastrukture. Ova činjenica se očituje u promjeni uloge tehnološkog vodstva i pojavi novih uloga. Suša Vugec et. al. (2017) objašnjavaju kako je tradicionalna uloga glavnog informacijskog menadžera (engl. *Chief Information Officer*, CIO) bila operativna izvrsnost poslovanja korištenjem tehnologije i kako bi sada njegova uloga trebala biti i uloga jedne od najvažnijih osoba u poduzeću zadužene za inovacije ne samo poslovnih procesa, nego i cijelog poslovnog modela te kreiranje scenarija održive konkurentnosti poduzeća.

Digitalna transformacija uključuje niz tehnoloških inovacija kao što su računalstvo u oblaku (engl. *cloud computing*), mobilne tehnologije, društvene mreže, velike količine podataka (engl. *big data*), analitika podataka, umjetna inteligencija i tehnologija Interneta stvari (Spremić, 2017b). Kroz primjenu ovih tehnologija, poduzeća digitalno unapređuju svoje poslovne modele, operativne procese, proizvode i usluge, kao i interakcije s klijentima (Verhoef et al., 2019). Svakom novom tehnološkom inovacijom može se utjecati na unapređenje procesa digitalne transformacije ili razvoj novih načina njene primjene. Kao produkt procesa digitalne transformacije nastaju i razne digitalne poslovne platforme kao što su na primjer Airbnb i Booking.com za rezervaciju smještaja, Uber i BlaBlaCar za prijevoz ili Amazon i eBay za trgovinu. Naravno to su samo neki od primjera, takvih platformi je sve više i za očekivati je da će se njihovo korištenje proširiti i na ostale djelatnosti kao što su zdravstvo, javna uprava, poljoprivreda i ostale, gdje se već naziru određene promjene i želja za inovacijama.

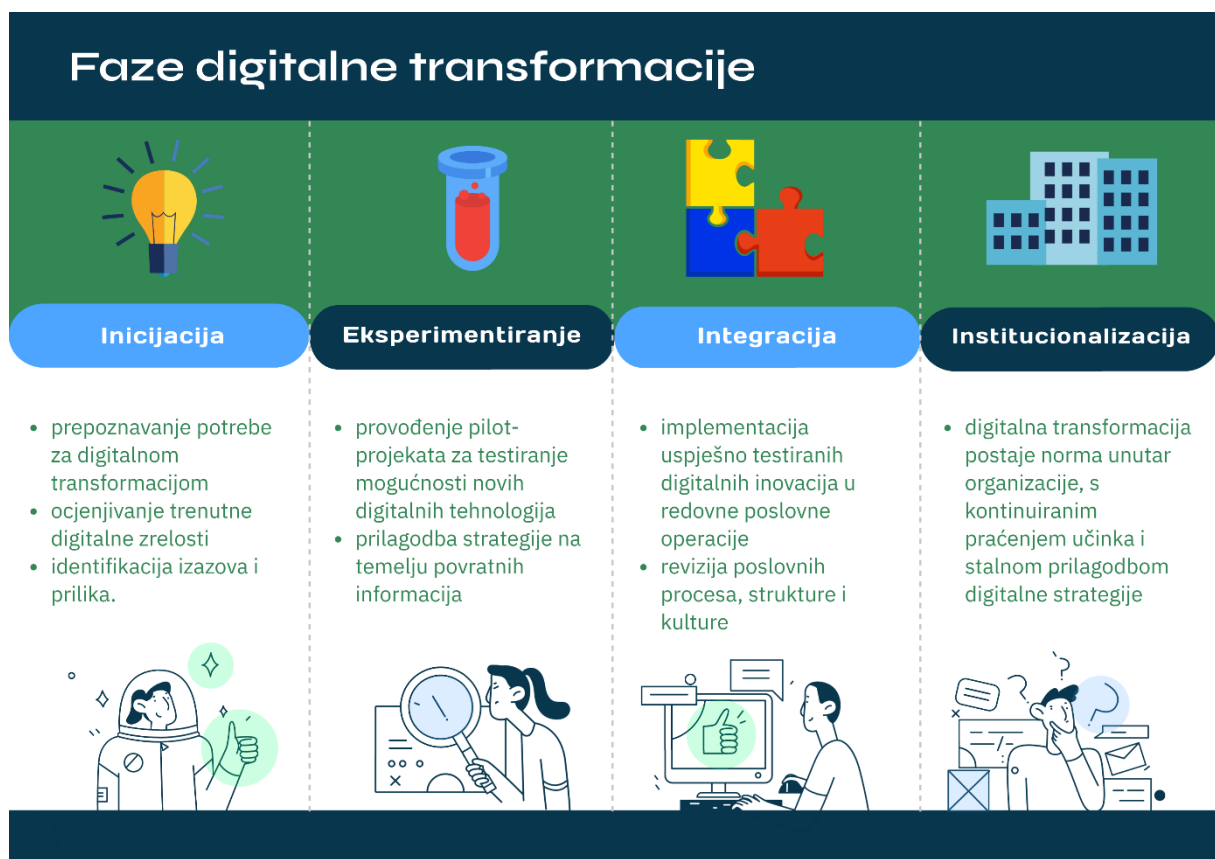
Poseban fokus ovog rada je na tehnologiji Interneta stvari kao važnom pokretaču digitalne transformacije, posebice u kontekstu prometa, pametnih gradova i kuća gdje ima sve značajniju ulogu. IoT omogućuje povezivanje različitih uređaja i sustava, potičući njihovu međusobnu komunikaciju i razmjenu podataka, što otvara prostor za stvaranje novih poslovnih modela i poboljšanje operativne učinkovitosti. Također, IoT može biti važan

čimbenik za razvoj digitalnih poslovnih platformi za određene djelatnosti kao što je na primjer poljoprivreda, ali i u domenama prometa i pametnih otoka koje su u fokusu ovoga rada. IoT je detaljnije opisan u poglavlju 3.

Kao što Spremić (2017a) navodi, primjena IoT-a, posebno u domeni pametnih gradova, prometa i kuća, može rezultirati poboljšanjima u učinkovitosti, sigurnosti i održivosti, ali može i predstavljati izazove u pogledu privatnosti, sigurnosti podataka i upravljanja infrastrukturom.

Digitalna transformacija nije jednokratni događaj, već je proces koji se odvija kroz različite faze. Iako broj i opis faza mogu varirati ovisno o izvoru, općenito se može govoriti o četiri ključne faze digitalne transformacije: inicijacija, eksperimentiranje, integracija i institucionalizacija [Slika 1].

Slika 1. Faze digitalne transformacije



Faza inicijacije je početna faza u kojoj se poduzeće počinje suočavati s potrebom za digitalnom transformacijom. Ova faza obično uključuje prepoznavanje mogućnosti i izazova koje digitalna transformacija može donijeti te razmatranje strategija za korištenje digitalnih tehnologija za poboljšanje poslovanja. Tijekom ove faze, poduzeće može provesti analizu svoje trenutne

digitalne zrelosti kako bi identificiralo područja koja trebaju unapređenje (Westerman et. al., 2014; Ivančić et. al., 2019). Od izuzetne je važnosti provesti temeljitu analizu te prepoznati brojne prednosti i izazove digitalne transformacije kako bi se osigurala njezina što kvalitetnija implementacija.

Nakon inicijacije slijedi faza eksperimentiranja, tijekom koje poduzeća provode pilot-projekte kako bi testirala mogućnosti i utjecaj novih digitalnih tehnologija. Eksperimentiranje je ključno za stjecanje praktičnog iskustva s digitalnom transformacijom, učenje na temelju isprobavanja i pogrešaka te prilagodbu strategija digitalne transformacije na temelju stvarnih povratnih informacija (Berman i Marshall, 2014; Bughin i Zeebroeck, 2017). Rezultati eksperimenata utječu na provođenje sljedeće faze zbog čega je vrlo bitna kvalitetna analiza istih te doneseni zaključci.

Faza integracije uključuje uvođenje uspješno testiranih digitalnih inovacija u redovne poslovne operacije. Ova faza zahtijeva dubinske promjene u poslovnim procesima, organizacijskoj strukturi i kulturi, kao i reviziju postojećih poslovnih modela kako bi se u potpunosti iskoristile prednosti digitalne transformacije (Bharadwaj et al., 2013; Manfreda, 2018).

U posljednjoj fazi, institucionalizaciji, digitalna transformacija postaje duboko ukorijenjena u poduzeću. Novi digitalni procesi, alati i načini rada postaju norma, a digitalna transformacija se smatra osnovom za kontinuirano unapređenje i inovacije. Institucionalizacija uključuje razvijanje mjera za praćenje učinka digitalne transformacije i stalnu prilagodbu digitalne strategije na temelju tih povratnih informacija (Matt et. al., 2015; Rogers, 2016).

Brojni poduzetnici i poslovni lideri često ne razumiju u potpunosti koncept digitalne transformacije i pogrešno ga izjednačavaju s procesom digitalizacije već ustaljenih poslovnih praksi ili pretvaranja analognih procesa u digitalne. To uključuje korištenje specijaliziranih tehnoloških rješenja kao što su sustavi za upravljanje odnosima s klijentima (engl. *customer relationship management*, CRM) i planiranje poslovnih resursa (engl. *enterprise resource planning*, ERP), koji su tek dio alata nužnih za suvremeno poslovanje. Međutim, kao što ističu Wessel et. al. (2021), gore navedeno poimanje digitalne transformacije, ili bolje rečeno nerazumijevanje, se svodi na „organizacijsku transformaciju potpomognutu digitalnim tehnologijama“, dok je sama digitalna transformacija koncept rezerviran za mnogo dublje strukturne promjene u poduzeću.

Nadalje, ono što proces digitalne transformacije poduzeća razlikuje od gore navedenog procesa je razvoj inovativnog poslovnog modela, kreiranje i efikasno korištenje inovacijskog sustava poduzeća pri stvaranju novih usluga/proizvoda i potpuna reorganizacija sustava (Wessel et al., 2021) To je i sadržajno puno zahtjevniji proces koji zahtjeva aktivnu ulogu upravljačke strukture poduzeća radi provedbe transformacije na svim razinama. Može se zapravo reći da digitalna transformacija predstavlja transformaciju poslovanja poduzeća (i posljedično reorganizaciju koja je usklađena s transformiranim poslovanjem) korištenjem digitalnih alata.

Digitalna transformacija postaje sve popularniji pojam u poduzećima i sve više njih se okreće kreiranju plana za njeno provođenje. Za to je potrebna kvalitetna priprema unutar koje se provodi istraživanje i pokreće faza inicijacije tijekom koje je vrlo bitna svjesnost prednosti i izazova koje nosi digitalna transformacija. Prednosti i izazovi digitalne transformacije su tema idućeg poglavlja gdje su navedeni i opisani neki od njih.

2.2. Prednosti i izazovi digitalne transformacije poslovanja

Svakom poduzeću je u cilju pronaći način za povećanje efikasnosti poslovnih procesa i produktivnosti zaposlenika čime može znatno utjecati na svoje poslovanje, smanjiti troškove i povećati konkurentnost na tržištu. U tome mu provođenje digitalne transformacije može uvelike pomoći. Digitalna transformacija nudi brojne prednosti koje poduzećima pomažu u poboljšanju svoje učinkovitosti, inovativnosti i konkurentnosti. No, unatoč brojnim prednostima, digitalna transformacija donosi i određene izazove. Važno je da poduzeća na vrijeme prepoznaju i adresiraju te prednosti i izazove kako bi ju što uspješnije provele i iskoristile njen puni potencijal. Bogoje (2021) ističe da uspješno provedena digitalna transformacija:

- povećava efikasnost i produktivnost poslovanja kroz automatizaciju poslovnih procesa,
- povećava konkurentnost proizvoda i usluga kroz poboljšano korisničko iskustvo i veći tržišni doseg,
- omogućava inovativnost i prilagodljivost poslovnog modela kroz institucionalizaciju novog načina rada i razmišljanja.

S druge strane, Bogoje (2021) ističe da neuspješno provedena digitalna transformacija može imati pogubne posljedice za poduzeće. To je također važno uzeti u obzir kod planiranja digitalne transformacije i plana njene provedbe. Primjeri neuspješne provedbe digitalne transformacije mogu biti gubitak korisničke baze, nezadovoljstvo i odljev zaposlenika, promašeni ciljevi koji se reflektiraju u prekoračenim rokovima i višestruko premašenim proračunskim sredstvima, što u konačnici dovodi do nedovoljnog povrata od ulaganja (engl. *Return On Investment*, ROI) (Bogoje, 2021). To su samo neki od primjera, njih ima mnoštvo i za svako poduzeće se mogu pojaviti u drugačijem obliku.

Neki od izazova i rizika digitalne transformacije koje Bogoje (2021) ističe su:

- strah od promjene i nedostatak kompetencija,
- smanjenje produktivnosti tekućeg poslovanja,
- informacijska sigurnost (sigurnost podataka i zaštita privatnosti).

Stoga je od ključne važnosti ozbiljno pristupiti analizi digitalne transformacije te procijeniti trenutne mogućnosti i kapacitete poduzeća za njezinu uspješnu implementaciju. Time se anticipiraju potencijalni izazovi i omogućuje pravovremena intervencija kako bi se spriječile eventualne poteškoće.

2.2.1. Prednosti digitalne transformacije

Digitalna transformacija, kao proces koji povezuje poduzeća, ljude i tehnologiju, donosi višestruke prednosti u današnjem digitalno orijentiranom svijetu. Uzimajući u obzir brzinu tehnoloških promjena i sve veće zahtjeve korisnika, digitalna transformacija može biti ključna za preživljavanje, rast i inovativnost poduzeća. Prednosti digitalne transformacije su brojne i raznovrsne, a njihov utjecaj može se osjetiti na svim razinama poslovanja. U ovom poglavlju dublje se zaranja u svijet prednosti koje donosi digitalna transformacija, istražujući kako ona može unaprijediti rad poduzeća u raznim područjima, ali i ostale segmente koji se ne odnose na poduzeća. Bez obzira na to jesu li prednosti vezane za operativnu učinkovitost, korisničko iskustvo, konkurentsku prednost ili sposobnost prilagodbe, sve se one sastavljaju u sliku koja naglašava zašto je digitalna transformacija nezaobilazni dio modernog poslovanja.

Prije svega, digitalna transformacija može unaprijediti poslovne procese kroz automatizaciju, integraciju i optimizaciju, što rezultira povećanom učinkovitošću i smanjenjem troškova (Spremić, 2017a). Automatizacija ključnih poslovnih procesa temelj je operativne izvrsnosti

poduzeća koje uspijeva napraviti više s manje resursa u kraćem vremenskom periodu što znači da je ono efikasnije, produktivnije i bolje koordinirano. Otvorenost novim tehnologijama i njihova ispravna implementacija pomažu unaprijediti i automatizirati ključne procese poduzeća te povećati razinu operativne izvrsnosti. Računalstvo u oblaku, mobilne tehnologije, Internet stvari, analiza velike količine podataka i kolaboracijski alati omogućuju poduzećima automatizaciju procesa koja će smanjiti mogućnost ljudske pogreške, smanjiti vrijeme nedostupnosti, smanjiti trošak zaposlenika i optimalno koristiti energetske resurse. Uz to, važno je i da poduzeće zadrži kompetentne i talentirane zaposlenike, ali i privuče nove stručnjake koji će pridonijeti njegovu rastu.

Prema istraživanju koje je provela Zippia¹, 87% stručnjaka tvrdi da digitalna transformacija na pozitivan način remeti i mijenja način poslovanja. Uz to, 70% poduzeća koja su sudjelovala u istraživanju već ima strategiju za digitalnu transformaciju ili radi na njoj¹. Smatra se i da će do kraja 2023. godine poduzeća potrošiti skoro sedam bilijuna američkih dolara na digitalnu transformaciju¹ što također ukazuje na njenu važnost i činjenicu da su prepoznate njene kvalitete i prednosti koje donosi. Kao glavne koristi digitalne transformacije ističu bolju operativnu učinkovitost, brži izlazak na tržište (engl. *time to market*, TTM) i pomoć u ispunjavanju očekivanja kupaca¹. Također, digitalne tehnologije omogućuju bolje prikupljanje, analizu i iskorištavanje podataka, što vodi do boljeg razumijevanja tržišta i kupaca, te omogućuje donošenje informiranih odluka.

Berman (2012) napominje da poduzeća koja uspješno implementiraju digitalnu transformaciju često poboljšavaju svoju konkurentsku poziciju na tržištu jer se brže prilagođavaju promjenama na tržištu, bolje razumiju svoje kupce i sposobna su donositi brže i informiranije odluke.

Rezultat uspješne implementacije ogleda se u povećanju prihoda i zarade te većem tržišnom udjelu, zahvaljujući privlačenju novih korisnika i zadržavanju postojećih. Prema istraživanju koje je proveo MIT², digitalno zrela poduzeća su značajno jača od konkurencije u svim

¹ Zippia (2022), *37 Incredible Digital Transformation Statistics [2023]: Need-To-Know Facts On The Future Of Business*, dostupno na: <https://www.zippia.com/advice/digital-transformation-statistics/>, pristupljeno: 19. lipnja 2023.

² MIT Initiative on the Digital Economy (2013), *Digitally Mature Firms are 26% More Profitable Than Their Peers*, dostupno na: <https://ide.mit.edu/insights/digitally-mature-firms-are-26-more-profitable-than-their-peers/>, pristupljeno: 19. lipnja 2023.

aspektima poslovanja, pa tako i prihodima. Digitalna zrelost se očituje kroz dvije dimenzije²: digitalni intenzitet (engl. *digital intensity*) i intenzitet transformacije upravljanja (engl. *transformation management intensity*). Digitalni intenzitet se odnosi na spremnost poduzeća da investira u digitalne inicijative koje mijenjaju način na koji poduzeća funkcioniraju u smislu ključnih procesa, odnosa s korisnicima, pa čak i poslovnog modela². Intenzitet transformacije upravljanja se odnosi na spremnost poduzeća da stvori digitalnu viziju, okvire za upravljanje i provedbu transformacijskih procesa i obučavanje vodstva znanjima potrebnim za poticanje digitalne transformacije u poduzeću². Iz toga se može zaključiti da digitalni intenzitet poduzeću omogućuje da bude agilno i prilagodljivo u svom pristupu digitalizaciji, dok intenzitet transformacije upravljanja osigurava da su vizija i strategija jasno definirane, a vodstvo spremno voditi tim kroz promjene. "Digirati", poduzeća s najvećim stupnjem digitalne zrelosti, 26% su profitabilnija od svoje konkurencije². Stručnjaci s MIT-a² navode kako u svakoj industriji koju su proučavali, bez obzira na to što su neke industrije digitalno zrelije od drugih, postoji bar jedan digirat koji je već postigao digitalnu prednost, a posljedica takve prednosti često je situacija u kojoj pobjednik uzima sve, kada se postojeći poslovni modeli ostalih ne mogu transformirati i prihvatiti nova pravila igre.

Digitalna transformacija čini poduzeće agilnim i prilagodljivim na stalne promjene poslovnog okruženja. Kako Spremić (2017a) ističe, poslovno okruženje digitalne ekonomije je po svemu drugačije, ono je nelinearno, multidisciplinarno, iznimno brzo i interaktivno, inovacijama i stvaranju nove vrijednosti usmjereno, podložno stalnim promjenama i traži potpuno drugačiji pristup.

Rogers (2016) definira inovaciju kao bilo kakvu promjenu proizvoda, usluge ili poslovnog procesa koja stvara dodatnu vrijednost, bilo kroz stvaranje nečega potpuno novog ili unapređenje postojećeg. Tradicionalno je inovacija bila usmjerena na gotov proizvod, testiranje ideja bilo je relativno teško i skupo, a nove ideje i donošenje odluka temeljilo se na analizi, intuiciji i zrelosti upravljačkih struktura uključenih u proces (Rogers, 2016). Takav pristup može ograničiti mogućnosti za inovaciju i smanjiti sposobnost poduzeća da se brzo prilagodi promjenjivom tržištu jer se oslanja na subjektivne faktore poput intuicije i iskustva prilikom donošenja odluka. Povratne informacije s tržišta obično su dolazile kasno, nekada tek nakon stavljanja proizvoda na tržište, a glavna je briga bila izbjegavanje potpunog neuspjeha (Rogers, 2016). Rogers (2016) zaključuje da poduzeća u digitalnom dobu trebaju prihvatiti

inovacije kroz brzo eksperimentiranje i stalno učenje, što dovodi do bržeg plasmana proizvoda na tržište, unaprijeđenih usluga i boljeg korisničkog iskustva. Koristeći digitalne tehnologije, posebno računalstvo u oblaku, uz agilne metode razvoja softvera, stvaraju se temelji za dinamičnu inovaciju i kreiranje dodatne vrijednosti.

Osim toga, digitalna transformacija omogućava poduzećima stvaranje novih i inovativnih proizvoda i usluga, kao i otvaranje novih kanala za interakciju s kupcima, pružajući bolje korisničko iskustvo i veću vrijednost za kupce (Verhoef et al., 2019). Tehnologija omogućava poduzećima razvoj složenijih, personaliziranih i visoko inovativnih proizvoda. Na primjer, poduzeća mogu koristiti alate za obradu velikih količina podataka da razumiju potrošačke trendove i predviđaju potrebe kupaca, a zatim koristiti te informacije za stvaranje proizvoda koji su usmjereni prema specifičnim segmentima tržišta. Digitalna transformacija također olakšava razvoj novih usluga koje bi bile nemoguće bez digitalne tehnologije. Na primjer, mnoge financijske institucije sada koriste umjetnu inteligenciju i strojno učenje za razvijanje napredne usluge, kao što su personalizirani financijski savjeti ili prediktivne usluge za detekciju prijevara. Digitalne tehnologije, kao što je IoT, pružaju priliku za kreiranje inovativnih poslovnih modela koji otvaraju nove izvore prihoda (Zentner i Spremić, 2021). Također, uređaji povezani s IoT-om mogu prikupljati i analizirati podatke u stvarnom vremenu, pružajući poduzećima dragocjene uvide za poboljšanje proizvoda ili usluga. Ovi uređaji mogu omogućiti stvaranje novih, personaliziranih usluga temeljenih na ponašanju i preferencijama korisnika, što može rezultirati novim prilikama za monetizaciju. Konačno, IoT omogućava stvaranje potpuno novih poslovnih modela koji se temelje na pružanju usluga, umjesto samo prodaje proizvoda. Sve to može voditi povećanju prihoda i poboljšanju konkurentске pozicije na tržištu.

Korištenjem digitalnih tehnologija, poduzeća mogu automatizirati rutinske procese, poboljšati protok informacija unutar poduzeća i smanjiti trošak operacija što vodi k povećanju produktivnosti i efikasnosti (Bharadwaj et al., 2013).

Kako navode stručnjaci iz CAD/CAM Group³, digitalna transformacija počinje u trenutku kada određena tehnologija izazove promjenu u načinu rada poduzeća i time stvori konkurentsku prednost na tržištu. Ta promjena može biti drastična, tada govorimo o disrupciji, ili može biti

³ CAD/CAM Group (b.d.), *Digitalna transformacija – svi pričaju o njoj, no što je ona zapravo?*, dostupno na: <https://cadcam-group.eu/hr/rjesenja/po-podrucju/digitalna-transformacija/>, pristupljeno: 20. lipnja 2023.

postupna – kada govorimo o operativnoj izvrsnosti³. Digitalna transformacija može se realizirati u različitim dijelovima poslovanja: poslovnom modelu, odnosu s kupcima ili operacijama³. Primjenom tehnologija kao što su robotska automatizacija procesa (engl. *robotic process automation*, RPA), umjetna inteligencija (engl. *artificial intelligence*, u nastavku će se koristiti kratica AI), strojno učenje, IoT ili digitalni blizanci (engl. *digital twins*), poduzeća mogu smanjiti vrijeme i napore potrebne za obavljanje rutinskih, repetitivnih zadataka³. Automatizacija omogućuje poduzećima bolje iskorištavanje resursa usmjeravajući ih na složenije zadatke koji zahtijevaju ljudsku kreativnost i prosudbu, poput upravljanja strojevima ili softverom, optimizacije procesa ili možda samo praćenja i donošenja odluka³. Istovremeno, smanjuje mogućnost ljudske pogreške, poboljšava učinkovitost i produktivnost, te omogućuje brže i preciznije donošenje odluka³. Također, s modernim alatima za upravljanje podacima i analitiku, podaci su lakše dostupni, obrađeni i analizirani³. To omogućava brže i informiranije odluke, što može rezultirati boljim poslovnim ishodima. Kroz automatizaciju i bolje upravljanje informacijama, digitalna transformacija može pomoći u smanjenju operativnih troškova³. Redukcija vremena i resursa potrebnih za obavljanje zadataka, bolje iskorištavanje podataka i poboljšanje operativne učinkovitosti može dovesti do značajnih ušteda³.

Iz toga se može zaključiti da digitalna transformacija može donijeti značajne prednosti poduzećima kroz automatizaciju rutinskih procesa, poboljšanje protoka informacija i smanjenje operativnih troškova. Međutim, važno je naglasiti da su ove pogodnosti često povezane i da optimizacija jednog područja često dovodi do poboljšanja u drugima. Na primjer, automatizacija može poboljšati protok informacija i smanjiti troškove, dok bolje upravljanje informacijama može omogućiti učinkovitiju automatizaciju. Također, oni donose i druge prednosti poput bolje komunikacije unutar tima i unutar poduzeća i povećanja efikasnosti odlučivanja i donošenja odluka.

Digitalna transformacija omogućava poduzećima da poboljšaju iskustvo korisnika kroz pružanje personalizirane i besprijekorne interakcije na svim digitalnim kanalima (Zentner et al., 2022). Ovo može voditi do povećanja zadovoljstva kupaca i lojalnosti marki (Bharadwaj et al., 2013). Osim toga, poboljšanje digitalnog korisničkog iskustva može dovesti do povećanja angažmana korisnika i interakcije s markom što može rezultirati povećanjem prodaje, konverzije i zadržavanja kupaca. Sveukupno, digitalna transformacija može omogućiti

poduzećima da postignu konkurentne prednosti kroz unapređenje operativne efikasnosti i poboljšanje korisničkog iskustva (Zentner et. al., 2021).

Digitalna transformacija ima pozitivan utjecaj i na ostalo, a ne samo poduzeća i njihove poslovne procese. Digitalna transformacija, na primjer, ima dubok utjecaj na obrazovanje, omogućavajući pristup kvalitetnom obrazovanju ljudima širom svijeta. Zahvaljujući online platformama za učenje, studenti iz udaljenih dijelova svijeta mogu pristupiti predavanjima vodećih sveučilišta. Ovo je revolucioniralo kako ljudi pristupaju obrazovanju, često po smanjenim troškovima ili čak besplatno. Digitalni alati također omogućavaju prilagođeno učenje, gdje se sadržaj i brzina učenja mogu prilagoditi individualnim potrebama učenika. Osim toga, proširenje realnosti i virtualna realnost pružaju inovativne metode za vizualizaciju složenih koncepta, čime se poboljšava razumijevanje i zadržavanje informacija.

Između ostalog, digitalna transformacija pozitivno utječe i na okoliš. Primjer toga bi bila ušteda električne energije, korištenje obnovljivih izvora energije i dekarbonizacija. Dekarbonizacija, ili postupak smanjenja emisija ugljikovih spojeva, postala je imperativ u borbi protiv klimatskih promjena, a digitalna transformacija igra ključnu ulogu u ostvarivanju tog cilja. Kroz napredne analitičke alate i IoT rješenja, sektori kao što su energetika, promet i industrija mogu optimizirati svoje operacije kako bi smanjili svoj ugljični otisak. Primjerice, pametne mreže omogućavaju bolje upravljanje potrošnjom energije, dok platforme za dijeljenje vožnje i automatsko upravljanje vozilima mogu smanjiti emisije u prometu (Schmidt et al., 2018). Dodatno, digitalne tehnologije omogućavaju bolje praćenje i izvještavanje o emisijama, olakšavajući poduzećima da postave i postignu ambiciozne ciljeve smanjenja emisija (Jones et al., 2020). U konačnici, digitalna transformacija može pružiti alate i strategije potrebne za tranziciju prema održivijem i dekarboniziranom društvu.

Nesumnjivo je da digitalna transformacija donosi brojne prednosti ne samo poduzećima, već i drugim segmentima života kao što su obrazovanje i održivost, ali i mnogim drugim o kojima se više može pročitati u poglavlju 2.4. Osim potencijala za unapređenje poslovnih procesa, digitalizacija obogaćuje pristup kvalitetnom obrazovanju i ostalim djelatnostima te potiče inicijative za unapređenje našeg ekosustava, na primjer dekarbonizaciju, pružajući alate za održiviju budućnost. Važno je pristupati ovom procesu strateški, s jasno definiranim ciljevima i planovima za njihovo ostvarenje. Ključ uspjeha leži u razumijevanju da digitalna transformacija nije samo o tehnologiji, već i o ljudima, kulturi i adaptaciji na nove načine

razmišljanja. U tom kontekstu, prednosti digitalne transformacije za poduzeća su jasne - omogućuje poduzećima da postanu agilnija, učinkovitija, inovativnija i konkurentnija (Savastano et. al., 2022). Sve dok su implementacija i upravljanje ovim procesom dobro vođeni, digitalna transformacija može biti pokretač rasta i uspjeha za svako poduzeće, iako njene prednosti sežu daleko izvan poslovnog okruženja, doprinoseći boljitku društva kao cjeline.

2.2.2. Izazovi digitalne transformacije

Digitalna transformacija, iako iznimno korisna, nosi sa sobom brojne izazove. Od tehničkih pitanja do organizacijskih promjena, potrebno je nadvladati prepreke kako bi se ostvarila puna prednost ove transformativne inicijative. U ovom poglavlju se opisuju neki od ključnih izazova s kojima se poduzeća mogu susresti tijekom procesa digitalne transformacije.

Spremić (2017a) ističe da je jedan od najvećih izazova upravljanje promjenama, budući da digitalna transformacija zahtijeva promjenu u poslovnim procesima, organizacijskoj kulturi i načinu razmišljanja zaposlenika.

Organizacijski izazovi uključuju promjene u organizacijskoj kulturi, strukturi i procesima koje su često potrebne za digitalnu transformaciju. Ovi izazovi mogu biti posebno zahtjevni jer zahtijevaju sudjelovanje (engl. *buy-in*) od strane zaposlenika i menadžmenta, kao i prilagodbu novim načinima rada (Manfreda, 2018).

Ivančić et. al. (2019) ističu da je krajnji cilj digitalne transformacije institucionalizacija digitalnog u poslovanju, a za njenu uspješnost važnija je digitalna ambicija od digitalne strategije. Ovo je vrlo zanimljivo jer s jedne strane je strategija koja je često konkretna, strukturirana i detaljno planirana, a s druge ambicija koja se odnosi na viziju, želju i motivaciju organizacije da postane digitalno vođena. Ovaj naglasak na ambiciji sugerira da je strast, posvećenost i želja za digitalnom transformacijom potencijalno važnija od samih detalja strategije. Institucionalizacijom digitalnog u poslovanju poduzeće formalizira novi način rada i razmišljanja, iz čega se zaključuje kako je digitalna transformacija između ostaloga kulturna i organizacijska promjena (Ivančić et. al., 2019). Međutim, kao i svaka druga organizacijska ili kulturna promjena, digitalna transformacija nailazi na otpor ljudi kada osjete da promjene koje ona sa sobom donosi prijete njihovom poslu, tako da vještine i znanja koja posjeduju više nisu relevantne i dovoljne za njegovo obavljanje (Ivančić et. al., 2019). Otpor prema promjenama

je urođena ljudska karakteristika koja se može javiti nesvjesno ili čak biti toliko izražena da aktivno ometa proces transformacije. Ivančić et. al. (2019) upozoravaju da poduzeća koja ne prepoznaju strah i ne uspiju odgovoriti na ovaj izazov, izlažu se riziku neuspješne transformacije, ali i negativnog utjecaja na moral i produktivnost zaposlenika što u konačnici dovodi do smanjene efikasnosti tekućeg poslovanja.

Digitalna transformacija često zahtijeva nove vještine i sposobnosti od zaposlenika (Zentner et. al., 2022). To može uključivati tehničke vještine, kao što su programiranje i upravljanje bazama podataka, ali i "meke" vještine (engl. *soft skills*), kao što su sposobnost za inovacije, prilagodljivost i suradnju. Poduzeća se često bore s pronalaženjem i zadržavanjem talenata s potrebnim vještinama za digitalnu transformaciju (Spremić, 2017a).

Zato Herbert (2017) ističe da su ljudi najveća barijera transformaciji, a za to navodi tri glavna razloga:

- nedostatak inovativnog načina razmišljanja - nužan je način razmišljanja koji prihvaća promjenu, nagrađuje inovativnost, preuzima rizik, uči brzo na greškama, a po prirodi je sklon suradnji i postizanju konsenzusa;
- vođenje krivom pretpostavkom - transformacija podrazumijeva propitivanje svega, a pretpostavka kako je nešto dobro samo zato što se oduvijek radi tako, stvara barijeru napretku i promjeni;
- nedovoljno preuzimanje odgovornosti - potrebno je poticati zaposlenike na preuzimanje odgovornosti za predlaganje i provedbu promjena koje su u skladu s digitalnom vizijom poduzeća.

Uspješna digitalna transformacija zahtijeva jasnu strategiju i snažno vodstvo. Izazovi mogu uključivati definiranje jasne vizije digitalne transformacije, usklađivanje digitalne strategije s općom poslovnom strategijom i stvaranje kulture koja podržava kontinuirano učenje i inovacije (Westerman et. al., 2014).

Bez sumnje, izgradnja i usvajanje jasne strategije digitalne transformacije, koja je usklađena s općom poslovnom strategijom, predstavlja izazov. Na prvom mjestu, digitalna transformacija zahtijeva holistički pristup, koji podrazumijeva promjene na svim razinama poduzeća, uključujući operativne procese, korporativnu kulturu, strukturu, model poslovanja i odnose s kupcima. Digitalna transformacija je sveobuhvatan pojam za organizacijske promjene izazvane

digitalnim tehnologijama, s jasnim ciljem poticanja inovacija i poremećaja postojećih poslovnih modela i usluga, omogućenih digitalnim tehnologijama (Ivančić et al., 2019; Suša Vugec et.al., 2018). Ove promjene organizacijskog fokusa pratile su poremećaj trenutnog poslovnog modela, mijenjanje organizacijske kulture te utjecanje na cijeli poslovni ekosustav (Ivančić et al., 2019). Vodstvo igra ključnu ulogu u ovom procesu. Ne samo da ono treba imati jasnu viziju digitalne transformacije, već i sposobnost da ovu viziju prenese na sve zaposlenike. Osim toga, vodstvo treba stvarati okruženje koje podržava inovacije, eksperimentiranje i kontinuirano učenje. Ovo može biti izazov, posebno u poduzećima koja su tradicionalno usmjerena na održavanje *statusa quo*. Strateško planiranje i implementacija digitalne transformacije mogu biti složeni i zahtijevaju usklađivanje sa širim poslovnim ciljevima. S obzirom na brzu promjenu tehnološkog okruženja, strategija digitalne transformacije mora biti fleksibilna i sposobna prilagoditi se novim uvjetima i mogućnostima.

Kreiranje kulture koja podržava inovacije i kontinuirano učenje je još jedan izazov. Digitalna transformacija zahtijeva promjenu mentaliteta i prihvaćanje promjena. U ovom kontekstu, potrebno je stvoriti kulturu u kojoj se greške smatraju prilikama za učenje, a ne neuspjesima.

Nadalje, provedba digitalne transformacije često zahtijeva značajne investicije u tehnologiju, infrastrukturu i ljudske potencijale, što može predstavljati izazov, posebno za manja poduzeća. Također, može uzrokovati nezadovoljstvo i odljev zaposlenika, ali i gubitak dosadašnjih klijenata.

Ako se poduzeće odluči inovirati i eksperimentirati na operativnoj kralježnici, s jedne strane takav razvoj će biti spor i skup, inovativnost limitirana, a rezultat smanjena konkurentnost jer poduzeća moraju oprezno upravljati ažuriranjima i unapređenjima operativne kralježnice zbog toga što je njena osnovna uloga podrška ključnim procesima, a zahtjev sigurnost, pouzdanost, stabilnost i efikasnost (Sebastian et al., 2017).

S druge strane, bez obzira na kompetencije i količinu opreza, greške se događaju. Takve greške uglavnom su jako skupe, operativna šteta zbog nedostupnosti ili greške u sustavu ogromna, a negativan utjecaj na imidž poduzeća nemjerljiv.

Herbert (2017) ističe smanjenje produktivnosti tekućeg poslovanja i gubitak prihoda iz „ne digitalnog“ segmenta poslovanja kao dva od pet ključnih izazova koje poduzeće mora zaobići na putu digitalne transformacije. Kako proces digitalne transformacije zahtijeva dodatne

resurse, postoji mogućnost da ih poduzeće zbog nedostatka financijskih sredstava ne može osigurati, pa se fokus svjesno ili nesvjesno pomiče s tekućeg poslovanja prema transformacijskom projektu Herbert (2017). Takvo pomicanje fokusa može rezultirati gubitkom prihoda i nezadovoljstvom korisnika koji se oslanjaju na "stari" način rada. Osim organizacijskih razloga, postoje i oni tehnološki.

Tehnološki izazovi mogu uključivati odabir pravih digitalnih tehnologija, njihovu implementaciju i održavanje, kao i pitanja sigurnosti podataka i privatnosti (Ivančić et. al., 2019). Poduzeća se moraju nositi s brzim tehnološkim promjenama i stalno usklađivati svoje tehnološke strategije s novim digitalnim trendovima.

Osiguranje sigurnosti podataka i zaštita privatnosti također su ključni izazovi. Kako se sve više podataka prikuplja i analizira, raste i rizik od sigurnosnih prijetnji i povrede privatnosti. Upravljanje tim rizicima i usklađenost s relevantnim zakonima i propisima za zaštitu podataka postaju sve važniji aspekti digitalne transformacije (Berman, 2012).

Spremić (2017b) ističe da se sva poduzeća, koja se uvelike oslanjaju na digitalnu tehnologiju za postizanje svojih poslovnih ambicija, neizbježno suočavaju s informatičkim rizicima, posebice onima povezanim s sigurnošću informacijskih sustava. Pogreške ili propusti u informacijskoj sigurnosti ili privatnosti imaju, kako navodi Spremić (2017b), izravne financijske (prekid rada, krađa podataka) i neizravne negativne učinke (pravni i regulatorni propusti i kazne, gubitak ugleda, narušavanje imidža). U svojem istraživanju, Spremić (2017b) se poziva na izvještaj o globalnoj informacijskoj sigurnosti koji je sprovedla ISACA (Udruga za reviziju i kontrolu informacijskih sustava) za 2015. godinu, gdje se iznose sljedeći ključni podaci:

- Banke u Sjedinjenim Američkim Državama svake godine izgube oko 100 milijuna dolara zbog krađa, dok se za sprječavanje takvih incidenta godišnje troši približno 600 milijuna dolara.
- Gubitci uzrokovani kibernetičkim kriminalom procjenjuju se na 1000 milijardi dolara, što je ekvivalentno 0,2 - 0,4% svjetskog BDP-a.
- Godišnji troškovi za mjere zaštite od kibernetičkog kriminala su oko 67 milijardi dolara.
- Čak 97% kibernetičkih napada bi se moglo spriječiti korištenjem učinkovitih zaštitnih sustava.

- U 95% slučajeva, kompromitirani resursi su sadržavali povjerljive informacije.

Ovi podaci ukazuju na značajne financijske i sigurnosne izazove s kojima se suočavaju poduzeća u eri digitalizacije, ističući važnost implementacije snažnih sigurnosnih mjera

Zbog toga poduzeća sve više stavljaju naglasak na sigurnost svog poslovanja i podataka kojima raspolažu te ona postaje obavezna ako poduzeće želi opstati dugoročno na tržištu (Arbanas et. al., 2021).

Također, mjerenje učinka digitalne transformacije može biti izazovno. Poduzeća moraju identificirati relevantne pokazatelje uspješnosti (engl. *key performance indicator*, KPI) za mjerenje napretka digitalne transformacije, pružiti kontinuirani monitoring i evaluaciju, te se prilagoditi na temelju tih informacija (Rogers, 2016). Važno je da KPI-jevi budu jasno definirani, relevantni i usklađeni unutar poduzeća.

2.3. Koncepti analize uspješnosti digitalne transformacije

Mjerenje uspješnosti digitalne transformacije je ključno za evaluaciju postignuća i identifikaciju područja za poboljšanje unutar svakog poduzeća koje teži održivom razvoju i konkurentskoj prednosti. Koncepti mjerenja uspješnosti digitalne transformacije variraju u zavisnosti od specifičnih ciljeva i očekivanja svakog poduzeća. Mnoga poduzeća koriste tradicionalne financijske pokazatelje, poput prihoda i dobiti, kao ključne pokazatelje uspješnosti. Međutim, s obzirom na sveobuhvatnu prirodu digitalne transformacije, ovi pokazatelji su često nedovoljni, budući da učinci digitalne transformacije mogu biti široko rasprostranjeni i dugoročni. U literaturi se predlažu različiti koncepti i okviri za analizu uspješnosti digitalne transformacije, a u nastavku ćemo spomenuti neke od njih.

Spremić (2017a) predlaže koncept digitalne zrelosti, koji se odnosi na sposobnost poduzeća da efektivno koristi digitalne tehnologije s ciljem postizanja poslovnih ciljeva. Da bi se razumjela digitalna zrelost poduzeća, Spremić (2017a) ističe razmatranje sljedećih komponenata:

1. Strategija digitalne transformacije: To se odnosi na strateški pristup poduzeća prema digitalnoj transformaciji. Uključuje pitanja poput toga koliko je digitalna transformacija integrirana u cjelokupnu poslovnu strategiju, koji su ključni digitalni ciljevi poduzeća i kako planira postići te ciljeve.

2. Implementacija digitalnih tehnologija: Ovo se odnosi na proces usvajanja i integracije digitalnih tehnologija u organizacijske procese. Ovaj aspekt digitalne zrelosti ocjenjuje kako poduzeće koristi digitalne tehnologije za poboljšanje poslovnih operacija, pružanje boljih proizvoda i usluga i unapređenje interakcije s korisnicima.
3. Sposobnost analize i upotrebe podataka: Digitalna transformacija često uključuje prikupljanje i analizu velikih količina podataka. Poduzeća koja su digitalno zrela imaju sposobnost učinkovito koristiti te podatke za donošenje informiranih poslovnih odluka, predviđanje trendova i bolje razumijevanje potreba korisnika.
4. Digitalne vještine zaposlenika: Ovaj aspekt se odnosi na razinu digitalnih vještina među zaposlenicima. Poduzeća koja su digitalno zrela prepoznaju važnost razvijanja digitalnih vještina među svojim zaposlenicima i ulažu u obuku i razvoj u tom području.
5. Organizacijska kultura: Konačno, digitalna zrelost se odnosi i na kulturu poduzeća. Poduzeća koja su digitalno zrela imaju kulturu koja potiče inovacije, otvorenost za promjene, kontinuirano učenje i eksperimentiranje.

Sve ove komponente su međusobno povezane i zajedno doprinose digitalnoj zrelosti poduzeća. Koncept digitalne zrelosti pruža koristan okvir za poduzeća koja žele procijeniti svoju trenutnu poziciju u procesu digitalne transformacije i identificirati područja koja zahtijevaju dodatna poboljšanja.

Slično tome, Ivančić et. al. (2019) predlažu model za mjerenje zrelosti digitalne transformacije, koji se temelji na pet dimenzija: strategija, ljudi, operacije, tehnologija i kultura. Prema ovom modelu, uspješna digitalna transformacija zahtijeva ne samo implementaciju odgovarajuće tehnologije, već i razvoj strategije koja podržava digitalnu transformaciju, obuku zaposlenika za rad s digitalnim tehnologijama, prilagodbu poslovnih procesa i promjenu organizacijske kulture. Ivančić et. al. (2019) provode duboko i sveobuhvatno istraživanje digitalne transformacije u praksi te, na temelju dobivenih rezultata, predlažu empirijski utemeljene pravce razvoja okvira za digitalnu transformaciju i njenu implementaciju u poslovanju. Ivančić et. al. (2019) su koristili kvalitativnu metodologiju, provodeći niz intervjua sa stručnjacima za digitalnu transformaciju, vodećim menadžerima i praktičarima iz različitih industrija. Intervjui su polustrukturirani i služe kao osnovni alat za prikupljanje podataka, omogućujući im da se dublje zaroni u osobna iskustva, mišljenja i percepcije intervjuiranih (Ivančić et. al., 2019). Intervjui su se fokusirali na razumijevanje ključnih faktora koji doprinose uspjehu digitalne

transformacije, kao i izazova s kojima se poduzeća suočavaju tijekom tog procesa. Ivančić et. al. (2019) su analizirali podatke koristeći tematsku analizu, identificirajući ključne teme i uzorke koji su se pojavili tijekom intervjua. Uz intervjue, autori su koristili i analizu dokumenata, uključujući interne izvještaje, studije slučaja i druge relevantne izvore, kako bi obogatili svoje razumijevanje konteksta digitalne transformacije u različitim poduzećima.

Verhoef et. al. (2019) predlažu drugačiji pristup mjerenju uspješnosti digitalne transformacije, koji se fokusira na njen utjecaj na korisničko iskustvo, inovativnost i poslovni model. Svaka od ovih komponenata, kako ističu Verhoef et. al. (2019) ima ključnu ulogu u digitalnoj transformaciji i može pružiti uvid u njen uspjeh:

1. Utjecaj na korisničko iskustvo: Digitalna transformacija ima veliki utjecaj na način interakcije poduzeća s korisnicima. Korištenje digitalnih tehnologija može omogućiti poduzećima pružanje personaliziranih iskustava, lakše interakcije i brže reakcije na potrebe korisnika. Uspješnost digitalne transformacije može se mjeriti gledajući koliko su poboljšanja korisničkog iskustva rezultat digitalnih inicijativa.
2. Inovativnost: Digitalna transformacija također može potaknuti inovacije unutar poduzeća. To može uključivati razvoj novih proizvoda ili usluga, implementaciju inovativnih procesa ili usvajanje novih poslovnih modela. Uspješnost digitalne transformacije može se mjeriti na temelju stupnja inovativnosti koju poduzeće postiže kroz digitalne inicijative.
3. Utjecaj na poslovni model: Konačno, digitalna transformacija može značajno utjecati na poslovni model poduzeća. To može uključivati promjene u načinu na koji poduzeće generira prihode, pruža vrijednost korisnicima ili surađuje s partnerima i dobavljačima. Uspješnost digitalne transformacije može se mjeriti na temelju toga koliko su promjene poslovnog modela rezultat digitalnih inicijativa.

Ovaj pristup mjerenju uspješnosti digitalne transformacije nudi sveobuhvatan uvid u njen utjecaj na poduzeće. Međutim, važno je napomenuti da uspješnost digitalne transformacije može ovisiti o različitim faktorima, uključujući kontekst u kojemu se digitalna transformacija odvija, resurse i sposobnosti poduzeća te vanjske tržišne uvjete. Stoga je ključno provesti sveobuhvatnu ocjenu svih relevantnih faktora prilikom mjerenja uspješnosti digitalne transformacije.

Westerman et. al. (2014) donose holistički pristup mjerenju uspješnosti digitalne transformacije, fokusirajući se na tri ključne dimenzije:

1. Digitalna sposobnost: Ova dimenzija odnosi se na tehnički aspekt digitalne transformacije, odnosno koliko efikasno poduzeće koristi digitalne alate i procese. Ovo uključuje evaluaciju različitih digitalnih tehnologija koje poduzeće koristi, kao što su računalstvo u oblaku, umjetna inteligencija, analiza velikih količina podataka i ostale. Digitalna sposobnost također može uključivati evaluaciju načina na koji su digitalni alati integrirani u postojeće poslovne procese i koliko efikasno poduzeće koristi ove alate za poboljšanje produktivnosti i efikasnosti.
2. Vodstvo: Vodstvo je ključno za uspješnu digitalnu transformaciju. Ova dimenzija mjeri sposobnost vođe da vodi digitalnu transformaciju, postavlja jasnu viziju i strategiju, motivira zaposlenike da prihvate promjene i stvara kulturu koja podržava inovacije. Vodstvo također uključuje sposobnost vođe da donosi strateške odluke, kao što je odabir pravih digitalnih tehnologija, te da upravlja promjenama i rizicima povezanim s digitalnom transformacijom.
3. Digitalna spremnost: Digitalna spremnost se odnosi na spremnost zaposlenika da prihvate i koriste nove digitalne alate i procese. To uključuje procjenu njihovih digitalnih vještina, stavova prema digitalnoj transformaciji, kao i sposobnosti prilagodbe novim načinima rada. Zaposlenici su ključan faktor u digitalnoj transformaciji jer su oni ti koji će na kraju koristiti nove digitalne alate i procese u svakodnevnom radu.

Prema ovom modelu, uspješna digitalna transformacija nije samo stvar uvođenja novih digitalnih tehnologija, već zahtijeva sveobuhvatnu promjenu u načinu vođenja, upravljanja i rada unutar poduzeća (Westerman et. al., 2014). Iz ovog modela se može zaključiti da se digitalna sposobnost, vodstvo i digitalna spremnost međusobno nadopunjuju i svi su ključni za uspješnu digitalnu transformaciju.

Analiza uspješnosti digitalne transformacije je složen proces koji zahtijeva pristup koji obuhvaća više dimenzija. Ovaj proces mora biti holistički i treba uzeti u obzir različite aspekte digitalne transformacije, ne ograničavajući se samo na kvantitativne metrike, već uključujući i kvalitativnu procjenu utjecaja.

1. Kvantitativne metrike: Ovo uključuje numeričke pokazatelje uspješnosti koji mogu mjeriti različite aspekte digitalne transformacije. Westerman et. al. (2011) ističu važnost metrika poput povećanja prihoda i smanjenja troškova kao rezultat digitalnih inicijativa. Osim financijskih indikatora, operativne metrike poput povećane produktivnosti ili efikasnosti su također ključne.
2. Kvalitativna procjena: Kao što Berman i Bell (2011) ističu, kvantitativne metrike same po sebi nisu dovoljne. Potrebno je dublje razumijevanje utjecaja digitalne transformacije na organizacijsku kulturu, zadovoljstvo zaposlenika i sposobnost za inovacije. Stoga je potrebno provesti i kvalitativnu procjenu koja može uključivati analizu utjecaja digitalne transformacije na različite aspekte poduzeća. To može uključivati procjenu utjecaja na organizacijsku kulturu, zadovoljstvo zaposlenika, kvalitetu korisničkog iskustva, sposobnost poduzeća za inovacije i ostale aspekte. Kvalitativna procjena također može obuhvatiti analizu strategije digitalne transformacije i njenog utjecaja na poslovni model i konkurentske pozicije poduzeća.
3. Integracija kvantitativnih i kvalitativnih metoda: Da bi analiza bila potpuna, kvantitativne i kvalitativne metode trebaju se integrirati. To omogućuje poduzećima dobivanje sveobuhvatnog uvida u uspješnost digitalne transformacije i njenog utjecaj na samo poduzeće. Kane et. al. (2015) u svom radu naglašavaju važnost integrativnog pristupa kako bi se postigla stvarna digitalna zrelost. Na primjer, kvantitativne metrike mogu pružiti informacije o učinkovitosti digitalne transformacije, dok kvalitativna procjena može pružiti uvide u to kako digitalna transformacija utječe na zaposlenike, korisnike i druge dionike.

U konačnici, analiza uspješnosti digitalne transformacije trebala bi pružiti uvide koji pomažu poduzećima da poboljšaju svoje digitalne inicijative, otkriju nova područja za poboljšanje, i omogućiti stalnu inovaciju i prilagodbu u brzo mijenjajućem digitalnom okruženju. U ovome radu se za analizu uspješnosti projekata opisanih u poglavlju 4.3. koristi model od Ivančić et. al. (2019) u kojemu je svaki od projekata podijeljen u osam dimenzija, gdje se svaka dimenzija sastoji od određenih tvrdnji. Korišteno je više dimenzija u odnosu na spomenuti model kako bi se dobila detaljnija slika svakog dijela analiziranih projekata i bolji uvid u razlike u pojedinim dijelovima projekata. Upravo taj model je odabran zbog svoje temeljitosti i visoke razine primjenjivosti na analizirane projekte jer omogućuje da se izbliza prouči način na koji IoT

rješenja utječu na poduzeća, ljude, razne segmente života i na sam proces digitalne transformacije. Više o samoj metodologiji provedbe studije slučaja se nalazi u poglavlju 4.1.

2.4. Primjeri primjene digitalne transformacije u poslovanju

Digitalna transformacija je pojam koji se sve češće koristi za opisivanje promjena koje tehnologija donosi u poslovni svijet. Značajne tehnološke inovacije poput Interneta stvari, umjetne inteligencije, strojnog učenja i računalstva u oblaku, donose nove načine kako poduzeća mogu unaprijediti svoje poslovanje, stvoriti novu vrijednost za korisnike i sebe bolje pozicionirati na stalno mijenjajućem tržištu. U nastavku su opisani primjeri iz različitih industrijskih sektora koji pokazuju kako se digitalna transformacija primjenjuje u stvarnom svijetu.

2.4.1. Automobilska industrija

Digitalna transformacija je značajno utjecala na automobilsku industriju, otvarajući brojne mogućnosti za unapređenje proizvodnje, razvoja proizvoda, servisiranja i prodaje. Automobilska industrija koristi različite digitalne tehnologije kao što su Internet stvari, umjetna inteligencija, automatizacija, digitalna stvarnost i računalstvo u oblaku.

Proizvodnja automobila je područje gdje se posebno ističu prednosti digitalizacije. U industriji 4.0, koja obuhvaća koncepte poput pametnih tvornica i cyber-fizičkih sustava, automobilske tvornice postaju sve automatiziranije i povezanije. Na primjer, Volkswagen⁴ je pokrenuo "transparentnu tvornicu" u kojoj se koriste digitalne tehnologije za praćenje i optimizaciju procesa proizvodnje.

Kako ističu stručnjaci iz poduzeća McKinsey (2018), još jedan važan aspekt digitalne transformacije u automobilskoj industriji jest razvoj proizvoda, posebno u području električnih i autonomnih vozila. Ove tehnologije potiču razvoj novih poslovnih modela, poput dijeljenja vožnje i mobilnosti kao usluge (engl. *Mobility as a Service*, MaaS) (McKinsey, 2018). Poduzeća kao što su Tesla i Waymo koriste umjetnu inteligenciju i IoT za razvoj i implementaciju tehnologija za autonomnu vožnju (McKinsey, 2018).

⁴ Volkswagen, *The Transparent Factory*, dostupno na: <https://www.glaesernemanufaktur.de/en>, pristupljeno: 24. lipnja 2023.

Digitalna transformacija također utječe na način na koji se vozila servisiraju i održavaju. Mnoga moderna vozila sada koriste IoT tehnologiju za praćenje stanja vozila u stvarnom vremenu. Ove tehnologije mogu obavijestiti vozača o potrebi za servisom ili čak omogućiti daljinsko rješavanje problema. Također, stručnjaci iz Boscha⁵ napominju da će budući razvoj vozila oblikovati četiri megatrenda: povezanost, personalizacija, elektrifikacija pogonskog sklopa i automatizirana vožnja. Vozači automobila očekuju da će njihova vozila biti potpuno integrirana u njihove digitalne živote⁵. Uspostavljene granice između automobilske elektronike i potrošačke elektronike tako će izbljedjeti i nestati⁵. Automobil se razvija u IoT uređaj na kotačima u koji će se nove funkcije implementirati prvenstveno putem softvera⁵.

Prodaja i marketing u automobilskoj industriji također prolaze kroz digitalnu transformaciju. Sve veći broj automobilskih poduzeća sada koristi digitalne platforme za prodaju vozila preko interneta. Na primjer, Tesla⁶ je pionir u direktnoj prodaji vozila preko interneta, omogućujući kupcima da prilagode i naruče svoje vozilo direktno s web stranice poduzeća.

Unatoč svim prednostima, digitalna transformacija u automobilskoj industriji donosi i izazove. Kako ističu stručnjaci u BCG (2017), ovi izazovi uključuju pitanja o sigurnosti i privatnosti podataka, kao i potrebu za značajnim investicijama u nove tehnologije. Također, implementacija digitalne transformacije zahtijeva promjene u organizacijskoj kulturi i razvoj novih vještina kod zaposlenika (BCG, 2017).

Ukratko, digitalna transformacija omogućuje automobilskim poduzećima da unaprijede proizvodnju, razvoj proizvoda, servisiranje i prodaju. Unatoč izazovima, digitalna transformacija je ključna za budućnost automobilske industrije.

2.4.2. Maloprodaja

Digitalna transformacija je imala značajan utjecaj na maloprodaju, mijenjajući način na koji kupci kupuju i kako trgovci posluju. Implementacija digitalnih tehnologija omogućava maloprodajama da poboljšaju korisničko iskustvo, optimiziraju operacije i stvaraju novu vrijednost.

⁵ Bosch, *IoT device on wheels, Bosch Mobility*, dostupno na: <https://www.bosch-mobility.com/en/mobility-topics/iot-device-on-wheels/>, pristupljeno: 24. lipnja 2023.

⁶ Tesla, *Order Your Tesla Model S Online*, dostupno na: <https://www.tesla.com/models/design#battery>, pristupljeno: 24. lipnja 2023.

Jedan od najistaknutijih primjera digitalne transformacije u maloprodaji je rast prodaje putem interneta. Internetska prodaja je eksplodirala, pogotovo tijekom pandemije COVID-19, kada su mnogi kupci prešli na online kupovinu (McKinsey, 2020). Ovaj trend je doveo do razvoja novih poslovnih modela, kao što su online trgovine, online tržnice (engl. *marketplaces*) (Amazon, eBay) i direktne prodaje proizvođača putem interneta (engl. *Direct-to-Consumer, D2C*).

Trgovci koriste tehnologije kao što su umjetna inteligencija i strojno učenje kako bi poboljšali korisničko iskustvo. Primjene uključuju personalizirane preporuke proizvoda, chatbotove za korisničku podršku i prediktivne analitike za optimizaciju zaliha. Mnogi trgovci također koriste proširenu stvarnost i virtualnu stvarnost kako bi omogućili kupcima da "iskuse" proizvode prije kupnje, poput virtualnog isprobavanja odjeće ili namještaja. Uvođenje tehnologije i transformacija poslovanja mogu značajno poboljšati položaj trgovca zbog čega je bitno da bude u toku s novitetima (Jajić et. al., 2022).

Kako ističu autori u ContactPigeon⁷, trgovci trebaju tehnologiju za isporuku maloprodajnog iskustva putem više različitih kanala. Gartnerovi strateški tehnološki trendovi⁷ daju trgovcima uvid u tehnologije koje im mogu pomoći u postizanju godišnjih ciljeva, od povećanja prihoda do izgradnje robne marke. Primjeri tih tehnologija su digitalni imunološki sustav za sigurnost i pouzdanost internetske trgovine, umjetna inteligencija za skaliranje i optimizaciju internetske trgovine, održiva tehnologija za veću ekonomičnost i ekološku osviještenost, ali i mnoge druge⁷.

U fizičkim trgovinama, digitalna transformacija se manifestira kroz razvoj beskontaktnih tehnologija plaćanja, samoposlužnih blagajni, digitalnih signala i pametnih ormara. Na primjer, Amazon Go⁸ trgovine koriste tehnologiju "*Just Walk Out*", koja omogućuje kupcima da jednostavno uđu, uzmu što žele i odu, bez potrebe za plaćanjem na blagajni. Trgovci koriste IoT tehnologije za praćenje zaliha i automatizaciju logistike. Umjetna inteligencija i analitika podataka omogućuju bolje prognoziranje potražnje, optimizaciju lanca opskrbe i smanjenje troškova.

⁷ ContactPigeon (2023), *Gartner Trends 2023: How a Retailer Can Turn Them Into Growth*, dostupno na: <https://blog.contactpigeon.com/gartner-trends-2023/>, pristupljeno: 25. lipnja 2023.

⁸ Amazon, *Amazon Go and Just Walk Out Shopping*, dostupno na: <https://www.amazon.com/b?ie=UTF8&node=16008589011>, pristupljeno: 25. lipnja 2023.

Kao i u drugim industrijama, digitalna transformacija u maloprodaji donosi izazove, uključujući sigurnost i privatnost podataka, promjenu korisničkog ponašanja i potrebu za stalnom inovacijom. Međutim, s pravom strategijom i implementacijom, digitalna transformacija može donijeti značajne koristi trgovcima.

2.4.3. Zdravstvena skrb

Zdravstvena skrb je jedna od industrija koja se možda najviše transformirala zahvaljujući digitalnoj tehnologiji. Digitalna transformacija je omogućila pružateljima zdravstvenih usluga poboljšanje učinkovitosti, povećanje kvalitete skrbi, smanjenje troškova i olakšavanje pristupa zdravstvenim uslugama za pacijente. U istraživanju koje je provelo poduzeće Deloitte (2021) s predstavnicima zdravstvenih sustava ispostavilo se da 92% ispitanika smatra glavnim ciljem digitalne transformacije poboljšanje zadovoljstva korisnika, odnosno pacijenata, uslugom. To može biti posljedica nekoliko razloga, neki od njih bi mogli biti tehnološke mogućnosti, konkurencija ili stavljanje pacijenta u središte svih aktivnosti. Nakon poboljšanja zadovoljstva korisnika slijedi poboljšana kvaliteta skrbi i rezultati liječenja pacijenata (engl. *patient outcome*) s 56 % te nakon toga ostala poboljšanja s manjim postotkom (Deloitte, 2021).

Thakkar i Davis (2006) ističu kako su elektronički medicinski zapisi (engl. *electronic medical record*, EMR) jedna od prvih i najvidljivijih promjena koje je digitalna transformacija donijela u zdravstvu. Zamijenili su papirne kartone, omogućujući brz pristup, dijeljenje i analizu pacijentovih zdravstvenih podataka (Thakkar i Davis, 2006). Osim toga, pomažu u poboljšanju kvalitete skrbi kroz smanjenje medicinskih pogrešaka, poboljšanje kontinuiteta skrbi i omogućavanje boljeg upravljanja kroničnim bolestima (Menachemi i Collum, 2011).

U Hrvatskoj veliku ulogu u digitalnoj transformaciji zdravstvenog sustava ima poduzeće Ericsson Nikola Tesla⁹ koje konstantno radi na unapređenju zdravstvenog informacijskog sustava. U tu svrhu je napravljena sveobuhvatna platforma za razmjenu zdravstvenih podataka koja pruža razne usluge poput upravljanja elektroničkom evidencijom (kartotekom) pacijenata, e-recepti, e-uputnice, e-naručivanje i mnoge druge⁹. Time je poboljšana kvaliteta usluge zdravstvene skrbi, povećana sigurnost pacijenata, pojednostavljeni su razni administrativni i medicinski postupci i poboljšana kvaliteta života⁹. Također, razvijen je i

⁹ Ericsson Nikola Tesla, *ICT rješenja u zdravstvu*, dostupno na: <https://www.ericsson.hr/em-zdravstvo>, pristupljeno: 26. lipnja 2023.

bolnički informacijski sustav koji predstavlja sveobuhvatno informacijsko komunikacijsko rješenje namijenjeno integriranom upravljanju administrativnih, financijskih i kliničkih informacija unutar domene pružatelja zdravstvene skrbi (poliklinika, klinika i bolnica)⁹.

Telemedicina je, također, primjer digitalne transformacije u zdravstvu, koji je posebno došao do izražaja tijekom COVID-19 pandemije. Omogućuje pružanje zdravstvene skrbi na daljinu, što može biti posebno korisno u ruralnim ili udaljenim područjima, gdje pristup zdravstvenim uslugama može biti ograničen (Dorsey i Topol, 2016). Osim toga, telemedicina može poboljšati pristup specijaliziranoj skrbi i omogućiti praćenje pacijenata u kućnom okruženju. Također, pojavljuju se aplikacije koje pružaju usluge online doktora gdje pacijent može kontaktirati svog doktora iz svog doma.

Umjetna inteligencija i strojno učenje su tehnologije koje također imaju veliki potencijal u transformaciji zdravstvene skrbi. Mogu se koristiti u dijagnostici (na primjer, u analizi medicinskih slika), predikciji bolesti, personaliziranoj medicini i učinkovitom upravljanju zdravstvenim uslugama. Digitalna transformacija je također omogućila razvoj mobilnih aplikacija za zdravstvenu skrb, koje mogu pomoći pacijentima u praćenju svojih zdravstvenih stanja, upravljanju terapijama i komunikaciji s pružateljima zdravstvenih usluga. Mnoge od ovih aplikacija koriste nosive uređaje, poput fitness narukvica i pametnih satova, za praćenje fizioloških parametara pacijenata.

Ipak, iako digitalna transformacija ima veliki potencijal za poboljšanje zdravstvene skrbi, također nosi i određene izazove. To uključuje pitanja vezana uz privatnost i sigurnost pacijentovih podataka, potrebu za regulacijom novih tehnologija, te potrebu za obukom zdravstvenih radnika za korištenje digitalnih alata (Keesara et. al., 2020).

2.4.4. Bankarstvo

Digitalna transformacija je imala značajan utjecaj na sektor bankarstva. Kako digitalna tehnologija napreduje, tako se i očekivanja korisnika mijenjaju, s potrebom za brzim i praktičnim pristupom bankarskim uslugama koje su dostupne bilo gdje i bilo kada.

Digitalno bankarstvo obuhvaća sve od internetskih bankarskih platformi do mobilnih bankarskih aplikacija. Mnoge banke sada nude usluge kao što su transferi sredstava, plaćanje računa i provjera stanja računa putem mobilnih aplikacija. Prema istraživanju koje je provela

The World Bank Group¹⁰, 76% svjetske populacije posjeduje račun u banci, a više od 50% svjetske populacije koristi digitalne bankarske usluge.

Neke banke idu i korak dalje, koristeći digitalne tehnologije za inovacije u korisničkom iskustvu. Na primjer, BBVA¹¹, španjolska banka, razvila je uslugu koja korisnicima omogućuje pregled financijskog zdravlja i personalizirane savjete putem mobilne aplikacije. Kako bi pružila ovu uslugu, BBVA koristi napredne analitičke tehnike za analizu financijskih podataka korisnika¹¹. To su počele uvoditi i banke u Hrvatskoj nudeći financijske savjete i prijedloge za ulaganje novca u razne fondove i razne oblike štednje.

Druga ključna primjena digitalne transformacije u bankarstvu je upotreba umjetne inteligencije. Mnoge banke sada koriste chatbotove i virtualne asistente za pružanje usluga korisničke podrške 24/7. Ovi sustavi mogu odgovarati na uobičajena pitanja, pomoći korisnicima da izvrše transakcije ili usmjeriti korisnike na odgovarajuće kanale podrške.

Također, neke banke koriste umjetnu inteligenciju za poboljšanje sigurnosti i sprečavanje prijevара. Na primjer, Mastercard¹² koristi algoritme strojnog učenja za analizu transakcija u realnom vremenu i detekciju sumnjivih aktivnosti. Ovaj sustav može brzo identificirati potencijalne prijere i smanjiti broj lažnih pozitivnih rezultata¹². Mastercard je predstavio i suradnju s poduzećem Network International u sklopu koje je razvijeno rješenje za sprječavanje prevara korištenjem umjetne inteligencije¹². To je vrlo bitno jer će projicirani gubici uzrokovani kartičnim prevarama do 2030. godine iznositi 49 milijardi američkih dolara, a druga zanimljiva činjenica je to da je 68% kartičnih prevara u 2020. godini povezano uz transakcije gdje nije korištena fizička kartica¹².

Digitalna transformacija u bankarstvu nije bez izazova. Kako ističu Bughin et. al. (2017), banke se moraju suočiti s pitanjima poput sigurnosti podataka, pravilima o privatnosti i regulatornim zahtjevima. Također, implementacija novih tehnologija zahtijeva značajne investicije i

¹⁰ The World Bank Group (2021), *The Global Findex Database 2021: Measuring Financial Inclusion and the Fintech Revolution*, dostupno na: <https://www.worldbank.org/en/publication/globalfindex>, pristupljeno: 27. lipnja 2023.

¹¹ BBVA (2019), *BBVA's mobile banking app, the best in the world according to Forrester Research*, dostupno na: <https://www.bbva.com/en/bbvas-mobile-banking-app-the-best-in-the-world-according-to-forrester-research/>, pristupljeno: 27. lipnja 2023.

¹² Mastercard, *Mastercard and Network International launch new Artificial Intelligence fraud-prevention solution*, dostupno na: <https://www.mastercard.com/news/eemea/en/newsroom/press-releases/press-releases/en/2023/february/mastercard-and-network-international-launch-new-artificial-intelligence-fraud-prevention-solution/>, pristupljeno: 27. lipnja 2023.

promjene u organizacijskoj kulturi, no unatoč tim izazovima, digitalna transformacija je ključna za budućnost bankarstva (Bughin et al., 2017).

Ukratko, digitalna transformacija omogućuje bankama da poboljšaju korisničko iskustvo, povećaju efikasnost, smanje troškove i inoviraju svoje usluge. Bez obzira na izazove, digitalna transformacija je neophodna za moderne banke koje žele ostati konkurentne u digitalnom dobu.

2.4.5. Promet i logistika

Promet i logistika su industrije koje su duboko transformirane kroz digitalnu transformaciju. Digitalne tehnologije su dovele do stvaranja novih poslovnih modela, poboljšanja učinkovitosti i produktivnosti, te pružanja boljih usluga klijentima.

U domeni prometa, primjerice, digitalizacija je dovela do pojačane uporabe telematike, GPS praćenja i upravljanja flotama, poboljšavajući tako kreiranje ruta, sigurnost, efikasnost goriva i održavanje voznog parka (Nikitas et. al., 2020). Ove tehnologije također omogućuju bolje upravljanje prometnim tokovima, smanjujući gužve na cestama i pridonoseći održivosti. Digitalna transformacija u prometu pruža niz prednosti koje doprinose većoj učinkovitosti i sigurnosti. Uvođenjem inteligentnih prometnih sustava moguće je smanjiti gužve, optimizirati rute prometnih sredstava i smanjiti emisije štetnih plinova. Pametni semafori mogu se prilagođavati trenutnim uvjetima na cesti, dok aplikacije za dijeljenje vožnje i digitalne karte omogućuju korisnicima bolje planiranje putovanja. Uz to, tehnologija vožnje bez vozača, koja je trenutno u razvoju, ima potencijal radikalno promijeniti način na koji se krećemo i smanjiti broj prometnih nesreća. Prema istraživanju McKinsey¹³, primjena digitalnih rješenja u urbanom prometu može smanjiti vrijeme provedeno u prometu za 15-20%, što donosi značajne ekonomske i ekološke koristi.

U logistici, digitalizacija je omogućila bolju vidljivost i kontrolu nad lancem opskrbe, što pomaže poduzećima da optimiziraju zalihe, poboljšaju vremena isporuke i smanje troškove. Pored toga, razvoj e-trgovine je uvelike promijenio način na koji se roba distribuira, a to ne bi bilo moguće bez digitalizacije.

¹³ McKinsey & Company (2019), *Smart cities: Digital solutions for a more livable future.*, dostupno na: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/smart-cities-digital-solutions-for-a-more-livable-future>, pristupljeno: 28. lipnja 2023.

Umjetna inteligencija i strojno učenje također igraju sve važniju ulogu u prometu i logistici. Primjerice, koriste se za optimizaciju ruta, predviđanje potražnje, te automatizaciju procesa poput sortiranja i pakiranja (Pedroza et al., 2020).

Digitalna transformacija također dovodi do razvoja pametnog prijevoza, uključujući autonomna vozila, dijeljenje prijevoza i bespilotne letjelice za dostavu robe. Ove tehnologije imaju potencijal da radikalno promijene način na koji putujemo i distribuiramo robu.

Ipak, kao i u drugim industrijama, digitalna transformacija u prometu i logistici također donosi izazove. To uključuje pitanja o sigurnosti i privatnosti podataka, potrebu za regulacijom novih tehnologija i potrebu za obukom zaposlenika za korištenje novih digitalnih alata.

2.4.6. Turizam

Turizam je bio među prvim industrijama koje su prošle proces digitalne transformacije zbog njegovih specifičnih karakteristika poput nematerijalne prirode proizvoda i nemogućnosti isprobavanja prije kupnje čine ga idealnim za adaptaciju digitalnih tehnologija (Henama, 2018; Crnojevac et al., 2010). Digitalne tehnologije pružaju priliku za kreiranje dodatne vrijednosti u turističkoj industriji (Marušić et al., 2019). Beynon et al. (2013) definirali su digitalni turizam kao podršku iskustvu turista u svim fazama njihovog putovanja. Nadalje, turizam svjedoči sve većoj uporabi praksi otvorene inovacije (Šker et al. 2019).

Povezano s turizmom posebno, prema Zentner i Spremić (2021), dosad je bilo nekoliko faza digitalne transformacije. S gledišta digitalnih poslovnih modela promatranih u njihovom radu, ključne promjene započele su krajem 20. stoljeća s pojavom online turističkih agencija. Kako Zentner i Spremić (2021) ističu, za razliku od tradicionalnih "*brick-and-mortar*" turističkih agencija, ti novi akteri počeli su pružati usluge posredovanja u putovanjima putem interneta. Gledajući dalje, 21. stoljeće svjedočilo je pojavi nekoliko inovativnih digitalnih poslovnih modela u turizmu (Zentner i Spremić, 2021). Neki od njih postigli su ogroman tržišni uspjeh, pa su vodeća poduzeća s takvim digitalnim poslovnim modelima poznati globalni pružatelji u svojim područjima (Zentner i Spremić, 2021).

U kontekstu digitalnog turizma, različiti poslovni modeli su postali važni, posebno kad je u pitanju pružanje usluga smještaja (Zentner i Spremić, 2021). Zentner i Spremić (2021) u svome radu provede studije slučaja triju dominantnih poduzeća u digitalnom turizmu (Booking.com, Airbnb i Tripadvisor) i daju uvid u to kako oni kreiraju dodatnu vrijednost u turističkoj industriji.

Ta poduzeća predstavljaju primjere kako se digitalni poslovni modeli mogu uspješno primijeniti u industriji turizma, i kako mogu radikalno transformirati tradicionalne prakse u sektoru. Zentner i Spremić (2021) zaključuju da turizam nastavlja biti na čelu digitalne inovacije među svim industrijama.

2.4.7. Pametni gradovi

Koncept pametnih gradova se temelji na upotrebi digitalnih tehnologija za poboljšanje kvalitete života građana i efikasnosti urbanog okruženja. Ovdje IoT igra ključnu ulogu, omogućavajući povezanost i inteligenciju u svemu, od javnog prijevoza do upravljanja otpadom. Na primjer, pametna rasvjeta koristi senzore za automatsko podešavanje intenziteta svjetla u skladu s vremenskim uvjetima i prisutnosti ljudi, što rezultira uštedom energije. Pametni parking sustavi koriste senzore za detekciju slobodnih parking mjesta i omogućuju građanima da brzo pronađu parking. Više o primjerima primjene IoT-a u gradovima je opisano u poglavlju 3.3.

Barcelona je jedan od primjera gradova koji je iskoristio moć digitalne transformacije. Koristeći IoT tehnologije, Barcelona je implementirala pametne sustave za parkiranje, osvjetljenje i navodnjavanje koji poboljšavaju efikasnost i smanjuju potrošnju resursa (Schwab, 2016).

Uz to, integracija digitalnih tehnologija u javni prijevoz, kao što su IoT, umjetna inteligencija i računalstvo u oblaku, omogućuje bolju usklađenost s rasporedima, učinkovitiju rutu i bolje iskustvo za korisnike.

Kroz ove i brojne druge primjere, možemo vidjeti kako digitalna transformacija, potaknuta tehnologijama poput IoT-a, umjetne inteligencije i računalstva u oblaku, radikalno mijenja način na koji poduzeća posluju i pružaju vrijednost svojim korisnicima. Ove promjene donose velike mogućnosti, ali i izazove, a poduzeća koja ih najbolje iskoriste bit će ona koja će voditi put prema digitalno transformiranom poslovnom svijetu.

3. INTERNET STVARI KAO VAŽAN ČIMBENIK DIGITALNE TRANSFORMACIJE

Svijet u kojem živimo prolazi kroz znatne promjene koje su uvjetovane velikim napretkom tehnologije. Jedna od tehnologija koja najviše oblikuje našu stvarnost, a često se spominje u kontekstu digitalne transformacije, jest tehnologija Interneta stvari.

Kroz sljedeća tri potpoglavlja ove teme, osvrnut ćemo se na koncept i specifičnosti tehnologije Interneta stvari, istražiti kako ova tehnologija utječe na proces digitalne transformacije i, kroz stvarne primjere, razumjeti kako se IoT koristi u gradovima za postizanje veće učinkovitosti i poboljšanje kvalitete života.

3.1. Pojmovno određenje i specifičnosti tehnologije Interneta stvari

3.1.1. Što je tehnologija Interneta stvari?

Iako ideja za tehnologiju Interneta stvari seže u rano razdoblje 1970-ih, kada su istraživači počeli prepoznavati mogućnosti koje pruža umrežavanje informacijskih sustava i mobilnosti u kombinaciji s lokacijama i aplikacijama, sam pojam Internet stvari se pojavio 1999. godine od strane Kevina Ashtona koji je bio suosnivač Auto-ID centra na institutu za tehnologiju u Massachusettsu¹⁴.

Hanes et. al. (2017) ističu da se često kaže kako se početak IoT-a dogodio između 2008. i 2009. godine jer je tijekom tih godina broj uređaja spojenih na internet prestigao broj svjetske populacije. Iz toga se zaključuje da s više "stvari" povezanih internetom nego ljudi u svijetu započinje novo doba, krenuo je Internet stvari.

IoT se može definirati na različite načine, no u suštini sve se svodi na jedno. IoT se može objasniti kao koncept koji se odnosi na mrežu fizičkih objekata (stvari) koji su povezani s internetom, obično putem bežičnih tehnologija, i sposobni su komunicirati s drugim uređajima ili sustavima preko ugrađenih senzora, procesora i hardvera.

Gelo (2019) spominje pojam IoT ekosustav te ističe da se on sastoji od pametnih uređaja s omogućenom mrežom koji koriste ugrađene procesore, senzore i komunikacijski hardver za prikupljanje, slanje i dijeljenje podataka prikupljenih iz okruženja. Tu se naglašava sveprisutnost i integracija tehnologije u suvremenom svijetu, omogućujući uređajima da

¹⁴ Britannica, *Internet of Things*, dostupno na: <https://www.britannica.com/science/Internet-of-Things>, pristupljeno: 30. lipnja 2023.

inteligentno komuniciraju i reagiraju na svoje okruženje. IoT uređaji dijele senzorske podatke koje prikupljaju spajanjem na IoT pristupnik (engl. *gateway*) ili drugi rubni uređaj gdje se podaci šalju u oblak kako bi se skladištili i analizirali ili se pak lokalno analiziraju na rubnim uređajima (Gelo, 2019). Tu treba napomenuti da uz sve veći broj povezanih IoT uređaja, mogućnost brzog i učinkovitog prikupljanja, obrade i reagiranja na prikupljene podatke postaje ključna za inovacije i optimizaciju u različitim industrijama. Uređaji obavljaju većinu posla bez ljudske intervencije, iako ljudi komuniciraju s uređajima kod konfiguracije i podešavanja ili prilikom pristupanja podacima (Gelo, 2019).

Prema definiciji koju navode Miorandi et. al. (2012), IoT se može smatrati globalnom infrastrukturom za informacijsko društvo koja omogućuje napredne usluge razmjenu podataka između (fizičkih i virtualnih) stvari na osnovu postojećih i razvijajućih interoperabilnih informacijskih i komunikacijskih tehnologija. To znači da IoT ne uključuje samo hardverske komponente (poput senzora, procesora i mrežnih uređaja), već i softverske komponente (kao što su protokoli, platforme i aplikacije) koje omogućuju razmjenu podataka i pružanje usluga. Također, Miorandi et. al. (2012) ističu da se koncept IoT-a često koristi za opisivanje scenarija u kojima se objekti iz fizičkog svijeta mogu povezati s digitalnim informacijama, stvarajući mogućnosti za nove vrste interakcija i poslovnih modela.

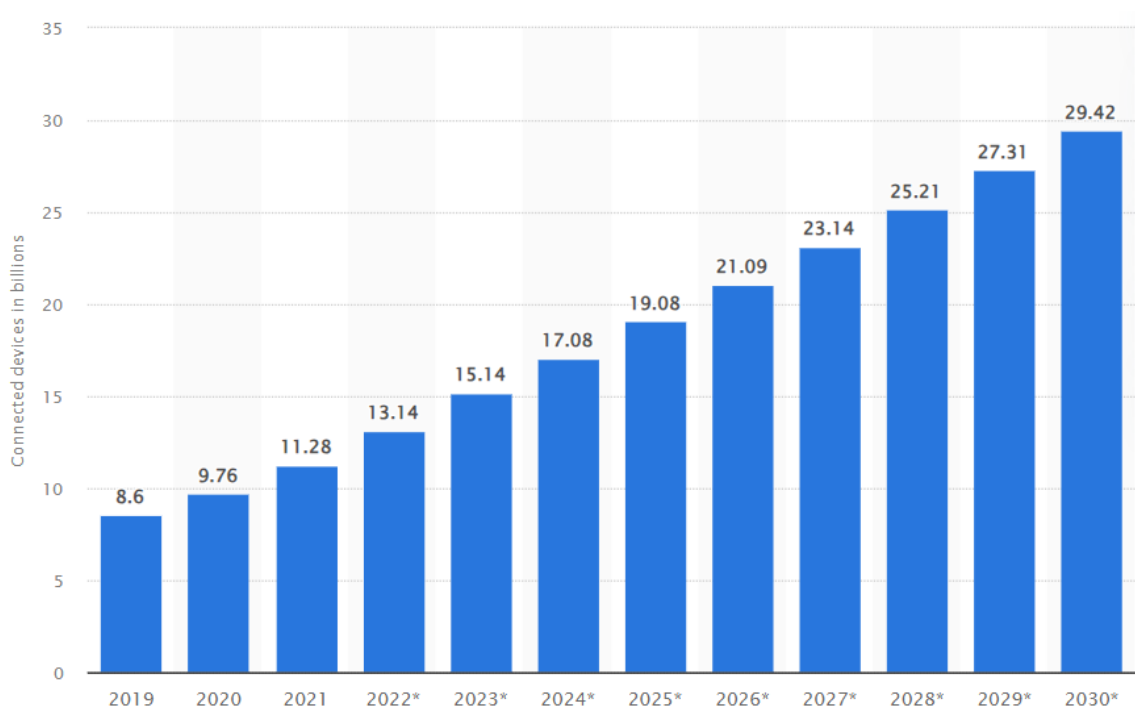
Prema stručnjacima iz poduzeća McKinsey (2022), Internet stvari se odnosi na povezivanje fizičkih uređaja s internetom kroz ugrađene senzore, softver ili tehnologiju koja omogućava tim uređajima razmjenu podataka sa svijetom oko sebe. Primjeri tih uređaja mogu biti pametne brave, kamere, žarulje, utičnice i ostalo. Podaci s tih uređaja se mogu koristiti za različite primjene, uključujući analizu podataka, automatizaciju i kontrolu procesa, prediktivno održavanje i mnoge druge (McKinsey, 2022). Također, stručnjaci iz poduzeća McKinsey (2022) naglašavaju da IoT koristi razne tehnologije kako bi povezo digitalni i fizički svijet putem fizičkih objekata s ugrađenim sensorima i aktuatorima. Sensori služe za nadziranje stvari poput temperature, vlage, kretanja ili bilo kakve druge promjene u okolišu, dok aktuatori primaju signale od senzora i zatim rade nešto kao odgovor na te promjene (McKinsey, 2022). Sensori i aktuatori komuniciraju putem žičnih (na primjer Ethernet) ili bežičnih (na primjer WiFi, mobilnih) mreža s računalnim sustavima koji mogu nadzirati ili upravljati zdravljem i radnjama povezanih objekata i strojeva (McKinsey, 2022).

Borgia (2014) objašnjava da se Internet stvari može konceptualizirati kao mreža objekata, uređaja, vozila, zgrada i drugih stavki, uključujući ljudska bića, koji su opremljeni jedinstvenim identifikatorima i sposobni su prenositi podatke preko mreže bez potrebe za ljudskom interakcijom. Ova tehnologija pruža platformu za učinkovitu komunikaciju s uređajima, često putem oblaka, što omogućuje stvaranje, analizu i distribuciju podataka na načine koji nisu bili mogući prije (Borgia, 2014).

Perera et. al. (2017) ističu da Internet stvari predstavlja paradigmu u kojoj se svakodnevni objekti mogu povezati na internet i upravljati njima putem bilo kojeg pristupačnog mrežnog sučelja. Ona koristi tehnologije kao što su senzorske mreže, mobilne komunikacije i oblak kako bi omogućila nova područja primjene, uključujući, ali ne ograničavajući se na, zdravstvenu skrb, industriju, transport i infrastrukturu (Perera et. al., 2017).

Na početku, pristup IoT tehnologijama bio je znatno ograničen te su se uglavnom koristile u industrijskim okruženjima. Međutim, razvojem tehnologije i padom cijena senzora i procesora, IoT uređaji su postali dostupni široj publici, što je omogućilo njihovu sveprisutnost u svim aspektima života, uključujući kućanstva, transport, zdravstvo, industriju, poljoprivredu, i mnoge druge. Specifičnost IoT tehnologije leži u njejoj sposobnosti da prikuplja, prenosi, pohranjuje i analizira velike količine podataka s velikim brojem uređaja. Ovi podaci mogu biti izuzetno korisni za pružanje boljih usluga, unapređenje procesa, učinkovito upravljanje resursima i razvoj novih proizvoda i usluga. Slika 2 grafički prikazuje količinu IoT uređaja u milijardama u periodu od 2019. do 2030. s pretpostavkama za iduće godine izrađena od strane poduzeća Statista (2022). Prema njihovim pretpostavkama, do kraja 2030. godine bi trebalo postojati skoro 30 milijardi IoT uređaja.

Slika 2. Broj IoT uređaja u milijardama



Izvor: Statista, (2023), *Broj IoT povezanih uređaja na svijetu* [Grafikon], preuzeto s <https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/>

Stručnjaci iz poduzeća McKinsey (2022) procjenjuju da će ekonomski učinak IoT-a do kraja 2030. godine dosegnuti potencijalnu globalnu vrijednost od 12.5 bilijuna američkih dolara, uključujući vrijednost koju ostvaruju potrošači i korisnici IoT proizvoda i usluga.

Hanes et. al. (2017) ističu značajan porast broja internetski povezanih uređaja u proteklim godinama, predviđajući temeljne promjene u međusobnoj interakciji ljudi, poduzeća i njihovog okruženja. Povezivanje objekata u realnom vremenu omogućuje odlučivanje utemeljeno na preciznim informacijama, što dovodi do veće efikasnosti sustava i procesa, stvaranja inovativnih usluga koje štede vrijeme i doprinose unapređenju kvalitete života (Hanes et al., 2017).

Sustav može biti veoma jednostavan, ali s druge strane može biti i veoma kompleksan. Sve ovisi o tome koji su korišteni protokoli i što sve čini jedan takav pametan sustav. Najčešća primjena IoT-a je vidljiva u pametnim kućama, međutim sve više velikih poduzeća ulaže u automatizaciju i olakšavanje poslovanja pretvarajući tradicionalne tvornice u pametne tvornice. Kako se tehnologija sve više razvija, cijena pametnih uređaja je sve niža, a

zastupljenost i mogućnost kupnje u dućanima sve veća. Zbog toga sve više kućanstava implementira pametne uređaje u svoj dom.

Osim što se na Internet stvari gleda kao evoluciju interneta, IoT također pokreće i evoluciju industrije. „Svjetski ekonomski forum“ je 2016. godine nazvao evoluciju Interneta i utjecaj IoT-a kao "četvrtu industrijsku revoluciju" (Hanes et al., 2017). IoT, s naglaskom na digitalizaciju proizvodnje i usluga, stavlja primjenu naprednih tehnologija u središte pozornosti. Osim IoT-a, koji ima ključnu ulogu, tu su i umjetna inteligencija, obrada velikih količina podataka, računalstvo u oblaku i druge tehnologije. IoT se temelji na komunikaciji putem mreže ili nekih drugih oblika prijenosa kao što je Bluetooth ili primjerice RFID (engl. *Radio-frequency identification*) koji radi na principu radijske frekvencije. Definitivno je prisutan u svim poljima, od kućanstva, autoindustrije, financija, zdravstva, pametnih gradova, energetike i brojnih drugih područja. Internet stvari, kao koncept povezivanja različitih uređaja s internetom kako bi prikupljali, dijelili i koristili podatke, otvara brojne nove mogućnosti u svim aspektima društva, od industrije, transporta, do domaćinstava i gradova. Cilj IoT-a je povezati nepovezano tako da je sve međusobno umreženo, integrirano i dostupno na internetu. U konačnici, smisao Interneta stvari je omogućiti ljudima putem ICT (engl. *information and communication technology*) tehnologija živjeti kvalitetnije, raditi pametnije, generirati prihode i smanjiti troškove.

Ova tehnologija, koja je isprepletena s drugim ključnim digitalnim tehnologijama kao što su umjetna inteligencija, analitika podataka i računalstvo u oblaku, postaje temeljni pokretač digitalne transformacije. Osim automatizacije doma, IoT pruža poduzećima mogućnost praćenja rada svojih sustava uživo, omogućujući im detaljan pregled različitih segmenata poput učinkovitosti strojeva, logistike, lanaca opskrbe i upravljanja održavanjem. Ova tehnologija zahvaća širok spektar industrija uključujući zdravstvo, financije, poljoprivredu, automobilsku industriju, graditeljstvo, proizvodnju, naftnu industriju te doprinosi razvoju pametnih gradova optimizirajući promet, ekonomičnost ulične rasvjete, parkiranje, video nadzor za sigurnost, upravljanje otpadom i druge sektore.

3.1.2. Arhitektura tehnologije Interneta stvari

Arhitekturni odbor „Svjetskog IoT foruma“ (engl. *IoT World Forum*, IoTWF), koji predvode predstavnici poduzeća kao što su Cisco, IBM, Rockwell Automation i brojni drugi, objavio je

2014. godine arhitekturni model IoT-a koji se sastoji od sedam slojeva¹⁵. Iako postoje razni modeli, model IoTWF-a nudi čišći, pojednostavljeni prikaz IoT-a i uključuje rubno računalstvo (engl. *edge computing*), spremanje podataka te pristup njima. Svaki od sedam slojeva ima svoju funkcionalnost, a sigurnost je zastupljena na svakome od njih. Slika 3 prikazuje spomenuti model. Referentni model definira skup razina s kontrolom koja se prožima od središta (ovo može biti usluga u oblaku ili namjenski podatkovni centar), do ruba, što uključuje senzore, uređaje, strojeve i druge vrste inteligentnih krajnjih čvorova (Hanes et al., 2017). Općenito, podaci putuju prema gore stogom, polazeći od ruba, i idu prema sjeveru prema središtu. Korištenjem ovog referentnog modela možemo postići sljedeće (Hanes et al., 2017):

- rastaviti problem IoT-a na manje dijelove,
- identificirati različite tehnologije na svakom sloju i kako su povezane jedna s drugom,
- definirati sustav u kojem različite dijelove mogu isporučiti različiti dobavljači,
- imati proces definiranja sučelja koje vodi do interoperabilnosti,
- definirati slojeviti sigurnosni model koji se primjenjuje na prijelaznim točkama između razina.

U nastavku se pobliže razmatraju svaki od sedam slojeva referentnog modela IoT-a (Hanes et al., 2017) :

- Sloj 1: Sloj fizičkih uređaja i kontrolera (engl. *Physical Devices and Controllers Layer*)
 - Prvi sloj IoT referentnog modela je sloj fizičkih uređaja i regulatora. Ovaj je sloj dom "stvarima" u Internetu stvari, uključujući različite krajnje uređaje i senzore koji šalju i primaju informacije. Veličina ovih "stvari" može varirati od gotovo mikroskopskih senzora do ogromnih strojeva u tvornici. Njihova primarna funkcija je generiranje podataka i mogućnost primanja upita i/ili kontrole preko mreže. Tu primarno govorimo o sensorima i aktuatorima.
- Sloj 2: Sloj povezanosti (engl. *Connectivity Layer*)
 - U drugom sloju referentnog modela IoT-a fokus je na povezanost. Najvažnija funkcija ovog IoT sloja je pouzdan i pravovremen prijenos podataka. Točnije,

¹⁵ IncludeForum, *The IoT World Forum (IoTWF) Standardized Architecture*, dostupno na: <https://www.includehelp.com/iot/the-iot-world-forum-iotwf-standardized-architecture.aspx>, pristupljeno: 5. srpnja 2023.

ovo uključuje prijenose između uređaja iz prvog sloja i mreže te između mreže i obrade informacija koja se odvija na razini 3 (sloj rubnog računalstva).

- Kao što možete primijetiti, sloj povezanosti obuhvaća sve mrežne elemente IoT-a i zapravo ne pravi razliku između *last-mile* mreže (mreža između senzora/krajnje točke i IoT pristupnika), pristupnika i *backhaul* mreže.
- Sloj 3: Rubni sloj (engl. *Edge Computing Layer*)
 - Često se naziva i sloj „magle“ (engl. *Fog Layer*).
 - Na ovom je sloju naglasak na smanjenju podataka i pretvaranju mrežnih tokova podataka u informacije koje su spremne za pohranu i obradu od viših slojeva. Jedno od osnovnih načela ovog referentnog modela je da se obrada informacija pokreće što je moguće prije i što je moguće bliže rubu mreže.
 - Još jedna bitna funkcija ovog sloja je evaluacija podataka jesu li pogodni za filtriranje i agregiranje prije nego li se šalju prema višim slojevima. To omogućuje ponovno formatiranje i dekodiranje podataka što olakšava obradu drugim sustavima.
- Sloj 4: Sloj akumulacije podataka (engl. *Data Accumulation Layer*)
 - Bilježi i pohranjuje podatke kako bi ih koristile aplikacije kada zatrebaju. Pretvara podatke temeljene na događaju (engl. *event-based data*) u obradu temeljenu na upitima (engl. *query-based processing*).
- Sloj 5: Sloj apstrakcije podataka (engl. *Data Abstraction Layer*)
 - Usklađuje više formata podataka i osigurava konzistentnu semantiku iz različitih izvora. Potvrđuje da je skup podataka cjelovit i objedinjuje podatke na jednom mjestu ili u više spremišta podataka koristeći virtualizaciju.
- Sloj 6: Aplikacijski sloj (engl. *Applications Layer*)
 - Interpretira podatke pomoću softverskih aplikacija. Aplikacije mogu nadzirati, kontrolirati i pružati izvješća na temelju analize podataka.
- Sloj 7: Sloj suradnje i obrade (engl. *Collaboration and Processes Layer*)
 - Konzumira i dijeli podatke o aplikaciji. Suradnja i komunikacija IoT informacija često zahtijeva više koraka, a to je ono što IoT čini korisnim. Ovaj sloj može promijeniti poslovne procese i donijeti istinsku vrijednost i pogodnosti koje pruža IoT.

Slika 3. IoTWF referentni model IoT-a



3.1.3. Izazovi tehnologije Interneta stvari

Internet stvari je tehnologija koja je posljednjih godina znatno oblikovala svijet u kojem živimo, donoseći brojne prednosti i otvarajući nova područja primjene. IoT omogućuje povezanost fizičkih uređaja s internetom, omogućavajući komunikaciju i razmjenu podataka između uređaja i drugih sustava. Kroz upotrebu senzora, umreženih uređaja i računalstva u oblaku, IoT nudi napredne mogućnosti u automatizaciji, analizi podataka, kontroli procesa, prediktivnom održavanju i mnogo više. IoT ima mnogo prednosti i noviteta koje donosi što ljudi i prepoznaju, a kao posljedica se vidi konstantan rast broja pametnih uređaja, kako u kućanstvima tako i u raznim industrijama.

Borgia (2014) ističe da IoT donosi revolucionarne promjene u naš svakodnevni život i poslovanje, pružajući širok spektar mogućnosti za poboljšanje učinkovitosti, proizvodnje, zdravstva, transporta i drugih industrija. Primjeri nekih od promjena su spomenuti u poglavlju 3.3. Međutim, kao i svaka napredna tehnologija, IoT se suočava s nizom izazova koji se moraju riješiti kako bi se njegov potencijal u potpunosti iskoristio (Borgia, 2014). Naročito u kontekstu sve veće povezanosti i ovisnosti uređaja, ključno je prepoznati i pravovremeno adresirati navedene prepreke. Ovi izazovi obuhvaćaju, ali nisu ograničeni na, sigurnost, privatnost, interoperabilnost, regulative, upravljanje podacima, skalabilnost i pouzdanost (Borgia, 2014).

Sigurnost je jedan od najistaknutijih izazova u IoT ekosustavu. Hanes et. al. (2017) ističu da veliki broj povezanih IoT uređaja predstavlja veliku metu za potencijalne napade hakera. Kao rezultat toga, rizik od gubitka ili krađe osjetljivih podataka, oštećenja uređaja ili čak potencijalne kontrole nad uređajima od strane napadača je vrlo realan. Ovi sigurnosni problemi mogu imati ozbiljne posljedice, posebno kada su u pitanju uređaji koji upravljaju kritičnim infrastrukturama ili medicinskim uređajima. Hanes et. al. (2017) ističu da je za rješenje ovog problema potrebno uspostaviti složene sigurnosne protokole, kao i provoditi redovite sigurnosne provjere i nadogradnje.

Pitanje sigurnosti je imperativ u posljednje vrijeme i najveći naglasak se stavlja na osiguranje sigurnosti podataka i stjecanje povjerenja od strane korisnika. Veći broj povezanih uređaja nosi veći izazov za sigurnost cjelokupnog sustava. Sigurnost IoT-a se odnosi na metode zaštite povezanih uređaja, a one uključuju strategije, tehnike i alate koji štite IoT uređaje od mogućih kompromitiranja. U današnjem svijetu pojavljuje se sve više potencijalnih sigurnosnih problema vezanih uz IoT, a neki od njih su:

- Ranjivost: IoT uređaji nemaju ugrađen sigurnosni sustav, te su zbog toga osjetljivi na napade. Ranjivosti u aplikacijama i softverima za IoT uređaje također mogu dovesti do kompromitiranih sustava.
- Zlonamjerni softver: IoT *botnet malware* najčešći je oblik zlonamjernog softvera (engl. *malware*) u mreži zaraženih uređaja (engl. *botnet*) koji pogađa IoT uređaje, te je najprofitabilniji za kibernetičke kriminalce.
- Krađa informacija: kao i kod svakog kontakta s internetom, postoji rizik od krađe osobnih i tehničkih informacija.

- Kompleksna okruženja: okruženja u kojima je međusobno spojeno barem deset IoT uređaja se definiraju kompleksnima, te ih je praktički nemoguće kontrolirati zbog složene mreže međusobno spojenih funkcija.

Kao savjeti za sprječavanje mogućnosti kibernetičkog napada predlažu se ažuriranje lozinke, korištenje enkripcije, odabir osobe zadužene za sigurnost IoT uređaja, razni oblici zaštite softvera i segmentiranje i osiguravanje mreže.

Pitanje privatnosti povezano je s pitanjem sigurnosti. IoT uređaji stalno generiraju i prikupljaju podatke, često uključujući i osobne podatke korisnika. To postavlja pitanje kako se ti podaci koriste i tko ima pristup njima. Da bi se osigurala zaštita privatnosti korisnika, nužno je razviti i implementirati učinkovite mehanizme zaštite privatnosti (Perera et. al., 2017). Neki od primjera takvih mehanizama su: anonimizacija podataka, kriptografija, zaštita na razini mreže (vatrozid, virtualna privatna mreža i drugi mrežni alati) i pseudonimizacija. Također je ključno osigurati da se korisnički podaci koriste u skladu s propisima o zaštiti podataka i da se korisnici mogu informirati o tome kako se njihovi podaci koriste (Perera et. al., 2017).

Interoperabilnost je ključni izazov u IoT ekosustavu. S obzirom na veliki broj proizvođača IoT uređaja, postoji ogromna raznolikost u hardveru, softveru i komunikacijskim protokolima koje koriste. Kao što ističu Miorandi et al. (2012), to može rezultirati problemima u komunikaciji i koordinaciji među različitim IoT uređajima. Iz tog razloga, potrebno je razviti standarde i protokole koji omogućuju interoperabilnost između različitih uređaja (Miorandi et al., 2012).

Regulacija je također bitan izazov u kontekstu IoT-a. Razvoj regulativnog okvira koji se bavi pitanjima poput upravljanja podacima, sigurnosti, privatnosti i interoperabilnosti u IoT okruženju jest vrlo kompleksan i zahtjeva stalne prilagodbe zbog čestih promjena u IoT-u. Boban i Weber (2018) također naglašavaju potrebu za stvaranjem učinkovitih regulatornih okvira koji će omogućiti pravilnu upotrebu IoT tehnologija i zaštitu prava korisnika.

Upravljanje podacima odnosi se na izazove povezane s prikupljanjem, pohranom, obradom i analizom podataka generiranih od strane IoT uređaja. Velike količine podataka koje se generiraju zahtijevaju sofisticirane algoritme i tehnike za analizu podataka kako bi se izvukle korisne informacije. Osim toga, postavlja se pitanje pohrane velikih količina podataka i pristupa istima (Borgia, 2014). Iznimno veliki broj generiranih podataka zahtijeva prostor, energiju, snagu za skladištenje u podatkovne centre, ali i učinkovite algoritme koji će

procesuirati i iščitavati nestrukturirane podatke kako bi ih pretvorili u značajne informacije koje mogu donijeti profit, a za to služe analitika podataka, umjetna inteligencija i poslovna inteligencija.

Skalabilnost je izazov jer se očekuje da će se broj IoT uređaja dramatično povećati u sljedećim godinama (Statista, 2022). Sustavi koji podržavaju IoT moraju biti u stanju podržati sve veći broj uređaja bez kompromisa u performansama. Ovo uključuje mreže, servere, baze podataka i druge komponente infrastrukture koje moraju biti skalabilne da bi mogle podržati rastući broj IoT uređaja jer rastom broja uređaja raste i količina podataka. Također, nameće se činjenica da sve veći broj uređaja i veća količina podataka zahtijevaju veću potrošnju energije. To znači da će se u budućnosti trošiti sve više i više energije pa je potrebno usvojiti ekološki održivi i energetske učinkoviti sustav Interneta stvari kako bi se to spriječilo.

Pouzdanost je još jedan ključni izazov. IoT uređaji su često kritični za operacije u kojima se koriste, i stoga moraju biti pouzdani. Međutim, brojni faktori, uključujući hardverske i softverske greške, mrežne probleme i druge probleme, mogu utjecati na pouzdanost IoT uređaja (Stanković, 2014). To se odnosi na fizičke kvarove uređaja, greške u programskom kodu, probleme s kompatibilnošću i sigurnošću. Stoga, Stanković (2014) naglašava potrebu za razvijanjem mehanizama koji će osigurati pouzdanost IoT uređaja i mreža, posebno u kritičnim primjenama.

U odnosu na izazove koje nosi digitalna transformacija i koji su opisani u poglavlju 2.2.2, izazovi koji se pojavljuju u IoT-u su povezani uglavnom s uređajima i tehničke su prirode uz pokoji izazov vezan uz zakonske regulative. Razlika je prvenstveno takva jer se digitalna transformacija bavi širim aspektima poslovanja i tehnološkim promjenama, a IoT se specifično fokusira na povezivanje uređaja i njihovu sigurnost u mrežnom okruženju.

Unatoč ovim izazovima, IoT tehnologija ima brojne prednosti koje mogu donijeti značajne dobrobiti u različitim sektorima. Te prednosti uključuju poboljšanje učinkovitosti i produktivnosti kroz automatizaciju, mogućnost stvaranja novih vrsta usluga, poboljšanje kvalitete života kroz uvođenje pametnih uređaja i usluga i poticanje inovacija kroz novi pristup podacima i mogućnosti koje pruža IoT (Almirall et. al., 2012). Stoga, unatoč navedenim izazovima, važno je nastaviti istraživanje i razvijanje IoT tehnologija kako bi se iskoristio njen puni potencijal i uspješno riješili izazovi koje sa sobom nosi.

3.2. Utjecaj tehnologije Interneta stvari u procesu digitalne transformacije

Tehnologija Interneta stvari sve više utječe na razne aspekte našeg društva i gospodarstva, uključujući način na koji poduzeća posluju i pružaju usluge svojim klijentima. Ovaj utjecaj, dok postaje sve vidljiviji, nastavlja se povećavati kako se sve više poduzeća upušta u proces digitalne transformacije, koristeći IoT tehnologiju kao glavni pokretač svojih inicijativa. Zbog toga IoT igra ključnu ulogu u digitalnoj transformaciji mnogih industrija i sektora. Prepoznavanje načina na koji IoT tehnologija može potaknuti digitalnu transformaciju omogućuje poduzećima da efikasnije koriste svoje resurse, poboljšaju operativnu učinkovitost, inoviraju proizvode i usluge te poboljšaju iskustvo korisnika.

Kroz integraciju IoT-a, poduzeća su u mogućnosti unaprijediti poslovne procese, omogućujući efikasnije operacije, smanjenje troškova i poboljšanje kvalitete usluga. Primjerice, IoT uređaji omogućuju stalno praćenje i analizu operacija u stvarnom vremenu, što omogućava poduzećima identifikaciju i rješavanje problema prije nego što dođe do značajnijeg prekida. Kroz ovu upotrebu podataka, IoT može pomoći poduzećima da poboljšaju svoju operativnu učinkovitost i u konačnici poboljšaju svoje poslovanje (Berman, 2012; Bughin et al., 2017).

Dalje, IoT otvara nove mogućnosti za inovacije proizvoda i usluga. Povezivanje proizvoda s internetom omogućuje poduzećima pružanje poboljšane, prilagođene i kontinuirano ažurirane usluge. Na primjer, automobilski proizvođači sada su u mogućnosti nadograditi softver vozila na daljinu, dodajući nove značajke i funkcionalnosti bez potrebe za fizičkom intervencijom¹⁶. Ova sposobnost ne samo da poboljšava korisničko iskustvo, već također stvara nove izvore prihoda i diferencijaciju na tržištu. Kroz integraciju IoT uređaja u poslovne procese, poduzeća mogu postići značajna poboljšanja u operativnoj učinkovitosti. IoT uređaji omogućuju prikupljanje, analizu i dijeljenje podataka u stvarnom vremenu, što omogućava poduzećima donošenje bolje informiranih odluka, optimiziranje procesa i smanjenje operativnih troškova¹⁶. Primjerice, u proizvodnji, IoT senzori mogu pratiti performanse strojeva i opreme, predviđajući potrebu za održavanjem i smanjujući vjerojatnost nepredviđenih kvarova (BCG, 2017).

¹⁶ Bosch, *IoT device on wheels*, Bosch Mobility, dostupno na: <https://www.bosch-mobility.com/en/mobility-topics/iot-device-on-wheels/>, pristupljeno: 7. srpnja 2023.

Primjerice, u sektoru automobilske industrije, pametna vozila s IoT tehnologijom omogućuju korisnicima pristup raznim uslugama, kao što su daljinsko otključavanje vozila, praćenje vozila u stvarnom vremenu, dijagnostika vozila, a sve kroz mobilnu aplikaciju¹⁷. Ove usluge ne samo da poboljšavaju korisničko iskustvo, već omogućavaju i novi model prihoda za proizvođače automobila (McKinsey, 2018).

Također, IoT ima potencijal za stvaranje novih tržišnih prilika. Kroz omogućavanje novih poslovnih modela, kao što su "proizvod kao usluga" ili "isplativost kroz upotrebu", poduzeća mogu kreirati nove vrijednosne prijedloge i pristupiti novim tržištima (BCG, 2017). Primjerice, poduzeća koja proizvode industrijsku opremu, poput dizalica ili strojeva za obradu metala, mogu svoje proizvode ponuditi kao uslugu, naplaćujući korisnicima na temelju stvarne upotrebe, umjesto da prodaju opremu izravno (BCG, 2017).

Kroz primjenu IoT tehnologija, poduzeća mogu značajno poboljšati korisničko iskustvo. IoT uređaji mogu prikupljati podatke o korisnicima i njihovom ponašanju, omogućavajući poduzećima pružanje personaliziranih usluga i proizvoda (Chui et. al., 2010).

Primjerice, u sektoru maloprodaje, IoT tehnologija omogućuje razvoj pametnih trgovina koje pružaju personalizirano korisničko iskustvo. U takvim trgovinama, IoT senzori mogu pratiti ponašanje kupaca, omogućavajući trgovcima da pruže personalizirane ponude i preporuke¹⁸.

Osim koristi za poduzeća, IoT tehnologija također može imati značajne koristi za društvo. Kroz primjenu IoT tehnologija u sektorima poput zdravstva, transporta i energetike, moguće je postići značajna poboljšanja u kvaliteti života.

Na primjer, u zdravstvu, IoT uređaji poput pametnih satova i narukvica omogućuju praćenje zdravstvenog stanja korisnika, pružanje upozorenja u slučaju nepravilnosti i omogućavanje telemedicine, što može dovesti do boljeg zdravstvenog ishoda (Deloitte, 2021; Ericsson Nikola Tesla¹⁹). U sektoru transporta, IoT tehnologija može omogućiti razvoj pametnih prometnih

¹⁷ Tesla, *Order Your Tesla Model S Online*, dostupno na: <https://www.tesla.com/models/design#battery>, pristupljeno: 10. srpnja 2023.

¹⁸ Amazon, *Amazon Go and Just Walk Out Shopping*, dostupno na: <https://www.amazon.com/>, pristupljeno: 10. srpnja 2023.

¹⁹ Ericsson Nikola Tesla, *ICT rješenja u zdravstvu*, dostupno na: <https://www.ericsson.hr/em-zdravstvo>, pristupljeno: 10. srpnja 2023.

sustava koji optimiziraju protok prometa, smanjuju zagušenja i poboljšavaju sigurnost (Crnjac Milić et. al., 2020).

U sektoru energetike, IoT uređaji poput pametnih brojlara i senzora mogu optimizirati potrošnju energije, smanjujući emisije stakleničkih plinova i doprinoseći održivosti (Horvat i Rakić, 2022).

Pored toga, IoT pruža osnovu za razvoj pametnih gradova, domova i infrastrukture prometa. Kroz povezivanje infrastrukture s internetom, gradovi mogu poboljšati učinkovitost i kvalitetu raznih usluga, od prometa i parkiranja, do javne rasvjete i gospodarenja otpadom. Na primjer, pametni semafori i senzori za parkiranje mogu poboljšati protoke prometa i smanjiti emisije stakleničkih plinova. U domovima, pametni termostati, svjetla i uređaji mogu pomoći smanjiti potrošnju energije i stvoriti ugodnije životno okruženje. Ove poboljšane usluge ne samo da poboljšavaju kvalitetu života građana, već također doprinose ostvarenju održivijih i učinkovitijih gradova (Miorandi et al., 2012; Crnjac Milić et al., 2020). Više o tome je napisano uz konkretne primjere u poglavlju 3.3.

Ovo su samo neki od primjera utjecaja IoT-a na proces digitalne transformacije, a s obzirom da je dobar dio njih spomenut i u poglavlju 2.4 dodatno se potvrđuje utjecaj IoT-a u digitalnoj transformaciji. IoT je postao ključan instrument u orkestraciji digitalne transformacije, mijenjajući način na koji poduzeća posluju i oblikujući budućnost gospodarstva. Važno je napomenuti da, unatoč mnogim prednostima, integracija IoT-a također donosi izazove, uključujući pitanja vezana za sigurnost, privatnost, interoperabilnost i upravljanje podacima (Borgia, 2014). Kako bi poduzeća u potpunosti iskoristila prednosti IoT-a, bit će potrebno pravilno upravljanje ovim izazovima (Borgia, 2014).

3.3. Primjeri primjene tehnologije Interneta stvari u gradovima

Gradovi privlače ljude tako što nude bolje uvjete života, posao, obrazovanje i razne oblike razonode, ali se istovremeno nalaze pred velikim izazovima zbog održavanja ekološke, socijalne i gospodarske održivosti koja mora pratiti širenje gradova. Jedno od rješenja je digitalna transformacija gradova, a tehnologija Interneta stvari igra sve veću ulogu u transformaciji gradova širom svijeta.

Pametni gradovi predstavljaju koncept koji se odnosi na pametan način donošenja odluka za cijeli grad. Čitav grad je osmišljen u procesu njegovog planiranja i izvršenja. Kako bi se grad smatrao pametnim gradom, potrebno je prije svega razviti „*smart city*“ strategiju. Tu strategiju

je potrebno prilagoditi potrebama i interesima pojedinog grada i njegovih građana. Na temelju rada Europskog projekta Smart City, kao i brojnih drugih izvora u postojećoj literaturi grad se smatra pametnim gradom ako ima barem jedan čimbenik koji se odnosi na jedan ili više sljedećih obilježja: pametno gospodarstvo, pametni ljudi, pametna uprava, pametna mobilnost, pametan okoliš i pametan život (Slišković i Vrhovec, 2020).

Pametni gradovi, opremljeni IoT tehnologijom, koriste podatke prikupljene s raznih uređaja kako bi poboljšali kvalitetu života stanovnika, učinkovitost gradskih usluga i održivost. U pametnim gradovima sami građani svojom uključenosti, kreativnošću i znanjima, u suradničkom odnosu s javnom upravom i ostalim javnim dionicima, ustanovama i komunalnim društvima, usmjeravaju održivi razvoj grada u kojem žive. U nastavku su navedeni neki od najinovativnijih načina na koje gradovi koriste IoT. Gradovi i sela u Hrvatskoj prihvaćaju svjetski trend pametnih gradova te pametni gradovi i pametna sela polako postaju dio svakodnevice.

3.3.1. Pametno upravljanje energijom

Upravljanje energijom je jedan od ključnih aspekata pametnih gradova, a IoT tehnologija igra ključnu ulogu u njemu. Gradovi postaju glavni pokretač u razvoju održivog gospodarstva. Prvi korak u postizanju te održivosti je smanjenje količine utrošene energije i stakleničkih plinova. Čak 20% utrošene energije u svijetu otpada na rasvjetu i čak 6% emisije stakleničkih plinova²⁰. Koncept pametne energetske mreže omogućava bolje upravljanje i distribuciju energije kroz sveobuhvatno povezivanje različitih uređaja i sustava (Borgia, 2014).

IoT tehnologija omogućuje bolje upravljanje distribucijom energije kroz takozvane pametne mreže. Ovi sustavi koriste podatke prikupljene u stvarnom vremenu za bolje praćenje i kontrolu potrošnje energije, omogućujući bolju ravnotežu između proizvodnje i potražnje i smanjenje gubitaka energije. Na primjer, pametna brojila omogućavaju korisnicima i pružateljima usluga praćenje potrošnje energije u stvarnom vremenu, poboljšavajući time energetska učinkovitost i omogućujući bolje upravljanje potrošnjom energije. IoT uređaji također mogu pružiti podatke za analizu i optimizaciju korištenja energije, što može dovesti do značajnih ušteda energije.

²⁰ UN environment programme, *The rapid transition to energy efficient lighting: an integrated policy approach*, dostupno na: <https://www.unep.org/resources/report/rapid-transition-energy-efficient-lighting-integrated-policy-approach>, pristupljeno: 12. srpnja 2023.

Pametna javna rasvjeta koristi IoT tehnologiju kako bi poboljšala energetska učinkovitost i smanjila troškove. Senzori na svjetiljkama mogu detektirati kada je svjetlo potrebno (na primjer, noću ili u uvjetima slabe vidljivosti) i prilagoditi intenzitet svjetla. Osim što smanjuje potrošnju energije, ova tehnologija također produljuje vijek trajanja svjetiljki. U nekim slučajevima, pametna rasvjeta može se koristiti za praćenje prometa ili okolišnih uvjeta, poput kvalitete zraka (Almirall et. al., 2012). Grad Skradin prvi je u Hrvatskoj u potpunosti zamijenio cjelokupnu gradsku rasvjetu pametnim LED rješenjima. Implementacija pametne rasvjete može dovesti do ogromnih ušteda s obzirom na to da trenutno oko 40-50% budžeta za energiju otpada na javnu rasvjetu²¹. Trenutno najmodernija tehnologija su LED (engl. *Light Emitting Diode*) lampe čijom bi se primjenom smanjila potrošnja energije za 36%, četiri puta produljio vijek trajanja lampi, a troškovi održavanja smanjili do 50% (Tondo Smart Ltd, 2023). Uštede u energiji proizlaze iz smanjene potrošnje u vatima, namještanje zatamnjenja u određenim situacijama i slično. Kako bi se najbolje iskoristila ova tehnologija i postigla najveća ušteda, lampe bi trebale biti umrežene kako bi se moglo njima upravljati i kontrolirati na daljinu što omogućava automatsko informiranje o pregaranju lampi, a također omogućava proaktivno planiranje zamjene (Tondo Smart Ltd, 2023).

3.3.2. Inteligentni transportni sustavi

Transport i promet su temeljni dijelovi svake urbane infrastrukture. U svjetlu digitalne transformacije, tehnologija Interneta stvari nudi nove prilike za njihovo unapređenje. Integracijom senzora, povezanih uređaja i analitičkih alata, IoT optimizira ove ključne sustave, doprinoseći stvaranju održivih i efikasnih pametnih gradova. Inteligentni transportni ekosustav omogućen IoT-om unapređuje urbanu mobilnost premošćivanjem tradicionalne infrastrukture kao što je javni prijevoz s novitetima koje pokreće tehnologija. Takav ekosustav stvara nove prilike za sve dionike, uključujući tehnološka poduzeća fokusirana na IoT koja nude rješenja za poboljšanje javnog prijevoza kako bi se bolje zadovoljile potrebe potrošača, što bi rezultiralo poboljšanom učinkovitosti i djelotvornosti. IoT tehnologija omogućuje praćenje različitih načina prijevoza u stvarnom vremenu prikupljanjem i dijeljenjem relevantnih podataka te povezivanjem različitih sustava za dinamičko poboljšanje usluga. Primjena IoT tehnologije u transportnim sustavima omogućuje bolje upravljanje i nadzor prometa,

²¹ EnergyCities, *The evolution of public lighting, from torches to smart services*, dostupno na: <https://energy-cities.eu/the-evolution-of-public-lighting-from-torches-to-smart-services/>, pristupljeno 13. srpnja 2023.

optimizaciju ruta, smanjenje zastoja i poboljšanje sigurnosti. To znači da senzori mogu pratiti servisne potrebe vozila kako bi se izbjegli nepotrebni zastoji, dok korisnici mogu pristupiti aplikaciji koja predlaže najučinkovitiju rutu koristeći različite načine prijevoza. IoT u kombinaciji s dobro osmišljenim softverom za upravljanje voznim parkom također se može uhvatiti u koštac s drugim izazovima točnim praćenjem vozila, osiguravanjem pravovremenog održavanja i optimiziranih ruta, prikupljanjem podataka o korištenju radi poboljšanja usluge i upotrebom pametnog punjenja i integracije pametne mreže. To smanjuje troškove, optimizira protok prometa i smanjuje vrijeme zastoja te čini prijevoz pristupačnijim za putnike u pametnim gradovima.

Primjeri korištenja IoT-a u svrhu optimizacije transportne domene također uključuju upotrebu senzora za praćenje uvjeta na cestama i senzora u vozilima za sprječavanje sudara, upravljanje semaforima u stvarnom vremenu za optimizaciju protoka prometa i pružanje informacija vozačima o uvjetima na cesti i dostupnosti parkirnih mjesta (Crnjac Milić et. al., 2020). U nekim gradovima, IoT tehnologija koristi se za vođenje javnog prijevoza, omogućujući točno praćenje autobusa ili tramvaja i pružanje ažuriranih informacija putnicima (Crnjac Milić et. al., 2020).

Također, tu je i automatska kontrola putovnica na aerodromima koristeći RFID čipove u putovnicama, aplikacije za naručivanje taxi usluge s praćenjem lokacije vozila i informacija o vozaču, rješenja za naplatu cestarina, praćenje gužvi preko mobitela putnika, tehnologija za praćenje prtljage putnika na aerodromima će omogućiti automatizirano praćenje i sortiranje.

Gradovi mogu i u svoje mostove i ceste ugraditi pametne senzore koji prate njihovo stanje, što im omogućuje brže popravljavanje oštećenja ili istrošenosti.

Sve u svemu, ove primjene IoT-a u prijevozu pružaju stanovnicima pametnih gradova učinkovitije i udobnije iskustvo putovanja unutar grada. Provodit će manje vremena sjedeći u prometu i brže stizati na odredište.

Što se tiče gradova u Hrvatskoj, grad Rijeka je lider po pitanju pametnog transporta i prometa. Izmijenjena je cijela prometna infrastruktura (semafori i kružni tokovi) gdje se svakodnevno prati promet te se reguliraju semafori kako bi se izbjeglo stvaranje gužvi. Osiguran je i pametni parking te plaćanje usluge parkinga putem mobitela. Javni prijevoz je usklađen uporabom tehnologija što omogućuje praćenje javnog prijevoza i plaćanje karata. Neke od aplikacija

razvijenih u tu svrhu su „Ricikleta“²² (aplikacija za iznajmljivanje električnih bicikala), „Smartica“²³ (aplikacija za plaćanja karata javnog prijevoza) i „RijekaBus“²³ (aplikacija koja uživo prati autobusni promet u gradu Rijeci). U javnom prijevozu Rijeke koriste se autobusi na prirodni plin, a gradska Čistoća koristi vozila na električnu energiju i stlačeni prirodni plin. Razvijeni su i platforma za agregaciju podataka temeljena na IoT-u u funkciji odlučivanja u gradskom prometu i urbanoj mobilnosti i sustav za nadzor i upravljanje u funkciji odlučivanja u gradskom prometu i urbanoj mobilnosti²⁴. Uz Rijeku, tu su još i Zagreb i Split koji na slične načine svakodnevno unapređuju promet i prometnu infrastrukturu. I ostali gradovi sve veći imperativ stavljaju na promet i njegovu optimizaciju.

3.3.3. Pametno upravljanje otpadom

Upravljanje otpadom postaje sve složeniji problem za gradove, a IoT pruža inovativna rješenja za poboljšanje tog procesa. Primjerice, postavljanje senzora na spremnik za otpad može signalizirati njegovu popunjenost i potrebu za pražnjenjem, čime se optimizira proces prikupljanja otpada. Osim toga, IoT tehnologije mogu se koristiti za praćenje i sortiranje otpada, što može poboljšati recikliranje i smanjiti količinu otpada koji završi na odlagalištima (Perera et. al., 2017).

Senzori na kantama za smeće i IoT mogu doprinijeti i optimiziranju ruta za skupljanje otpada. Senzori prikupljaju podatke koji se šalju na server za pohranu, a prikupljanje kanti za smeće po ruti koja je odabrana ovisno o količini otpada se može svakodnevno nadzirati. Time radnici svakodnevno dobivaju ažurirane rute na navigaciji. Rute se mogu odrediti prema prethodnim iskustvima, ali se može prognozirati buduće stanje s obzirom na prognozu gužvi, troškova i drugih faktora.

3.3.4. Pametne zgrade

Pametne zgrade koriste IoT tehnologiju za kontrolu različitih sustava u zgradama, poput grijanja, ventilacije, klimatizacije, rasvjete i sigurnosnih sustava. Na primjer, senzori mogu detektirati kada su prostorije prazne i automatski isključiti svjetla ili klima uređaje, čime se smanjuje potrošnja energije. Pametne zgrade također mogu koristiti IoT za praćenje kvalitete

²² Ricikleta, dostupno na: <https://ricikleta.rijeka.hr/hr/index.php>, pristupljeno: 15. srpnja 2023.

²³ Grad Rijeka, eUsluge, dostupno na: <https://gov.rijeka.hr/mobilne-aplikacije/612>, pristupljeno: 15. srpnja 2023.

²⁴ SmartRI, *Connected Traffic u TRL 2 fazi*, dostupno na: <https://smart-ri.hr/connected-traffic-u-trl-2-fazi/>, pristupljeno: 15. srpnja 2023.

zraka, detekciju požara ili plina, kontrolu pristupa i mnoge druge aplikacije (Dobrilović et. al., 2019).

Pametne zgrade koriste mrežu senzora i mikročipova za sakupljanje i obradu podataka, prilagođavajući se potrebama poslovanja i pružanja usluga. Takva tehnološka infrastruktura omogućava vlasnicima i upraviteljima zgrada da unaprijede pouzdanost i učinkovitost imovine, smanje potrošnju energije, maksimiziraju iskoristivost prostora te umanje ekološki otisak svojih zgrada. U biti, pametne zgrade funkcioniraju kao živi, inteligentni sustavi koji kontinuirano uče i prilagođavaju se.

Zgrade su odgovorne za 40% ukupne potrošnje energije na globalnoj razini i trećinu globalne emisije stakleničkih plinova²⁵. Učinkovitost zgrade može se uvelike poboljšati kada infrastruktura postane pametna ugrađivanjem senzora koji su međusobno povezani. Umjesto mišljenja o pametnoj zgradi kao hrpi građevinskog materijala, potrebno ju je promatrati kao dinamičan, "živi" organizam koji sadrži više "živih" organizama (Žoldin, 2017). Zgrade su se razvile od osnovnih, nenametljivih skloništa do tehnološki naprednih struktura, pa ih poduzeća trebaju promatrati u novom svjetlu (Žoldin, 2017). Promatranjem na takav način, postaje lakše razumjeti kako se pametna tehnologija gradnje proteže u svaki dio građevinskog plana, od modeliranja do useljenja (Žoldin, 2017). U dobro osmišljenim zgradama (komercijalnim i stambenim), pri izradi ovog sustava, razmatraju se stotine elemenata koji kada se svi uzmu u obzir, zgrada može dobro funkcionirati i usrećiti svoje stanare (Link Labs, 2015).

Ovaj koncept se može primijeniti i na manjem mjerilu, transformirajući tradicionalne domove u pametne domove. Kroz integraciju IoT uređaja, senzora i aplikacija, kućanstva mogu poboljšati kontrolu nad različitim aspektima svog doma, od rasvjete, grijanja i hlađenja, do sigurnosnih sustava. Ova tehnologija omogućava korisnicima daljinski nadzor i kontrolu, učinkovito korištenje energije i prilagodbu životnog prostora prema njihovim individualnim potrebama i željama.

3.3.5. Primjena Interneta stvari u zdravstvu

Zdravstveni sektor doživljava brze promjene s obzirom na uvjete modernog doba, a tehnologija Interneta stvari igra sve važniju ulogu u oblikovanju budućnosti zdravstvene skrbi.

²⁵ WEF (2021), *Why buildings are the foundation of an energy-efficient future*, dostupno na: <https://www.weforum.org/agenda/2021/02/why-the-buildings-of-the-future-are-key-to-an-efficient-energy-ecosystem/>, pristupljeno: 16. srpnja 2023.

S razvojem i širenjem IoT tehnologije, zdravstvena skrb se sve više digitalizira čime se otvaraju nove mogućnosti za unapređenje skrbi za pacijente, omogućava bolje praćenje i upravljanje zdravstvenim stanjem pacijenata i poboljšava efikasnost zdravstvenih usluga.

Telemedicina je jedan od najvidljivijih primjera upotrebe IoT-a u zdravstvenom sektoru. Kroz telemedicinu, liječnici mogu pružiti medicinsku skrb pacijentima na daljinu, što je posebno korisno za pacijente koji žive u ruralnim ili udaljenim područjima, starije osobe ili one s kroničnim bolestima. IoT uređaji omogućavaju daljinsko praćenje vitalnih znakova pacijenata, omogućujući liječnicima da kontinuirano nadziru zdravstveno stanje pacijenata i pružaju pravovremenu skrb kada je to potrebno (Dorsey i Topol, 2016). Ova vrsta praćenja može dovesti do ranijeg otkrivanja zdravstvenih problema i poboljšati kvalitetu skrbi za pacijente (Dorsey i Topol, 2016).

Pametni nosivi uređaji, poput pametnih satova, narukvica i drugih uređaja, mogu kontinuirano pratiti zdravstvene parametre korisnika, poput otkucaja srca, kvalitete sna, razine šećera u krvi i mnogih drugih. Kako ističu Keesara et. al. (2020), ovi uređaji omogućavaju korisnicima da aktivno sudjeluju u održavanju svog zdravlja, a prikupljeni podaci se mogu koristiti za poboljšanje individualnih zdravstvenih rezultata i za informiranje javnozdravstvenih odluka na populacijskoj razini. Njihova sve veća popularnost pokazuje koliko je tehnologija postala ključna u svakodnevnom praćenju i brizi o našem zdravlju. Također, IoT aplikacije mogu pomoći pacijentima da bolje upravljaju svojim zdravstvenim stanjem, omogućujući im praćenje simptoma, podsjećanje na uzimanje lijekova i komunikaciju s liječnicima (Keesara et. al., 2020).

Robotika i automatizacija također igraju važnu ulogu u transformaciji zdravstvene skrbi uz pomoć IoT tehnologija. Na primjer, roboti mogu pomoći u obavljanju preciznih kirurških zahvata, poboljšati efikasnost u bolnicama kroz automatizaciju određenih zadataka i čak pružiti društvenu interakciju pacijentima u dugotrajnoj skrbi (Thakare et. al., 2022). Digitalizacija upravljanja lijekovima uključuje potpuna rješenja za praćenje lijekova (engl. *track-and-trace*), inače poznata kao sustavi upravljanja lijekovima zatvorene petlje (engl. *closed loop-medication management systems*), od ljekarne do odjela pa sve do kreveta tj. pacijenta s pametnim, automatiziranim, potpuno integriranim digitalnim pristupom (AmCham, 2023). Također, upotreba IoT-a u upravljanju medicinskom opremom može poboljšati održavanje i dostupnost opreme (Deloitte, 2021). Prema AmCham (2023) koristi

digitalizacije upravljanja puta lijeka i automatizacije u zdravstvenim ustanovama uključuju: otpornije bolničke sustave, pouzdanije informacije o dostupnosti lijekova, dostupnost podataka iz stvarnoga svijeta u interoperabilnim sustavima, smanjivanje pogrešaka uzrokovanih ljudskim faktorom i standardizacija te premošćivanje problema nedostatka stručnog kadra i dobrobit zdravstvenih radnika.

Umjetna inteligencija i analitika podataka su ključne tehnologije koje dopunjuju primjenu IoT-a u zdravstvenoj skrbi. Prema Statisti²⁶, tržište umjetne inteligencije u zdravstvu, koje je 2021. godine bilo vrednovano na 11 milijardi američkih dolara, procjenjuje se da će 2030. godine biti vrijedno 187 milijardi američkih dolara. AI algoritmi mogu analizirati velike količine podataka prikupljenih kroz IoT uređaje kako bi identificirali obrasce, predvidjeli zdravstvene probleme i informirali odluke o skrbi. Na primjer, AI može se koristiti za analizu podataka iz elektrokardiograma (EKG) kako bi se identificirale abnormalnosti koje mogu ukazivati na rizik od srčanih bolesti (Thakare et. al., 2022). Također, algoritmi strojnog učenja mogu koristiti podatke o pacijentima kako bi stvorili personalizirane planove liječenja i poboljšali rezultate skrbi (Bughin et al., 2017).

Kroz primjene kao što su telemedicina, pametni nosivi uređaji, robotika i automatizacija, AI i analitika podataka, IoT može poboljšati pružanje zdravstvene skrbi, omogućiti pacijentima da bolje upravljaju svojim zdravljem i poboljšati efikasnost zdravstvenih usluga. Dok se IoT sve više koristi u zdravstvenoj skrbi, važno je nastaviti istraživati najbolje prakse za njegovu implementaciju i rješavanje izazova kao što su sigurnost, privatnost i interoperabilnost.

²⁶ Statista, *Artificial intelligence (AI) in healthcare market size worldwide from 2021 to 2030*, dostupno na: <https://www.statista.com/statistics/1334826/ai-in-healthcare-market-size-worldwide/>, pristupljeno: 17. srpnja 2023.

4. STUDIJA SLUČAJA: IMPLEMENTACIJA RJEŠENJA TEMELJENIH NA INTERNETU STVARI U PODUZEĆU ERICSSON NIKOLA TESLA²⁷

Ovo poglavlje posvećeno je detaljnom proučavanju implementacije IoT rješenja u sklopu projekata poduzeća Ericsson Nikola Tesla. Ericsson Nikola Tesla, kao jedan od globalnih lidera u razvoju i primjeni naprednih digitalnih tehnologija, pruža idealan kontekst za proučavanje praktičnih aspekata digitalne transformacije temeljene na IoT-u.

Posebno, fokus je na dva odabrana projekta: jednom usmjerenom na transformaciju transportnih sustava kroz IoT tehnologije, a drugom na implementaciju IoT rješenja u kontekstu pametnih otoka i kuća. Oba projekta ilustriraju raznolikost mogućnosti koje IoT pruža, od kojih su neki spomenuti u poglavljima 2.2.1 i 3.2, ali i izazove koji se javljaju tijekom implementacije i transformacije.

Proučavanje ovih projekata provodi se kroz kombinaciju kvalitativnih i kvantitativnih metoda, s ciljem pružanja sveobuhvatne i dubinske analize praktičnih aspekata primjene IoT-a. Kroz ovu studiju slučaja nastoji se odgovoriti na ključna pitanja o načinu na koji IoT tehnologije transformiraju poslovne modele, operativne procese i pružanje usluga, te kakav je njihov utjecaj na pojedine domene.

U nastavku je opisan konkretni pristup koji se primjenjuje u ovoj studiji slučaja, uključujući metodologiju prikupljanja i analize podataka, kao i kriteriji za evaluaciju rezultata. Također su pružene i detaljne informacije o svakom od projekata, njihovim ciljevima, implementacijskim strategijama i postignutim rezultatima.

Ova studija slučaja pruža priliku za produbljeno razumijevanje mogućnosti i izazova koje IoT predstavlja u kontekstu digitalne transformacije, te kako se oni manifestiraju u stvarnom svijetu. Očekuje se da ova analiza pruži vrijedne uvide i praktične lekcije za akademsku zajednicu, stručnjake iz industrije, donositelje politika i druge zainteresirane strane.

4.1. Opis metodologije provedbe studije slučaja

U proučavanju implementacije IoT rješenja u projektima u kojima je sudjelovalo poduzeće Ericsson Nikola Tesla, koristi se u nastavku opisana metodologija studije slučaja. Prema

²⁷ U pripremi ove studije slučaja korištena je interna dokumentacija u vidu prezentacija upravi, prezentacija projektnom timu, prezentacija partnerima i suradnicima.

pristupu koji predlažu Ivančić et. al. (2019), studija slučaja nam omogućuje da se izbliza prouči način na koji IoT rješenja utječu na poduzeća, ljude, razne segmente života i na sam proces digitalne transformacije.

Metodologija studije slučaja temelji se na prikupljanju i analizi podataka kako bi se pružio dubinski uvid u fenomen koji se proučava. U kontekstu ovog rada, to su IoT projekti poduzeća Ericsson Nikola Tesla koji se konkretno provode u gradu Rijeci i na otoku Unije. Kao što su Ivančić et. al. (2019) istaknuli, studija slučaja omogućuje istraživaču da istraži kontekstualne uvjete i razumije kompleksne stvarne situacije, a da pritom ne gubi iz vida detalje.

Konkretno, proučavanje implementacije IoT-a u kontekstu pametnih otoka i kuća omogućava istraživanje kako IoT tehnologije mogu unaprijediti kvalitetu života stanovnika, poboljšati energetska učinkovitost i doprinijeti održivom razvoju. S druge strane, proučavanje projekta pametnog transportnog sustava daje uvid u način na koji IoT može unaprijediti učinkovitost i sigurnost transportnih sustava te doprinijeti smanjenju prometnih gužvi i emisije stakleničkih plinova.

Podaci za ovu studiju slučaja prikupljeni su putem različitih izvora. To uključuje internu dokumentaciju projekta, izvještaje, upitnike dodijeljene ključnim sudionicima projekta i analizu dostupnih podataka. Svi su podaci potom analizirani kako bi se identificirali ključni uvidi i lekcije. Upitnici se sastoje od niza tvrdnji podijeljenih u kategorije, odnosno dimenzije koje predstavljaju pojedini segment projekta, sukladno modelu koji predlažu Ivančić et. al. (2019). Važno je napomenuti da su upitnici, prije slanja ispitanicima, dani na uvid osobama koje su bile uključene u projekt i razumiju tematiku kako bi procijenili i komentirali njihovu valjanost. Upitnike su ispunili stručnjaci koji su sudjelovali u projektima u različitim ulogama. Upitnici su koncipirani tako da za svaku tvrdnju postoji pet mogućih odgovora gdje se ispituje koliko se svaki ispitanik slaže sa istom. Mogući odgovori su: u potpunosti se ne slažem (1), ne slažem se (2), niti se slažem niti se ne slažem (3), slažem se (4), u potpunosti se slažem (5). Na kraju, rezultat za svaku tvrdnju je prikazan kao prosječna ocjena odgovora svih ispitanika na temelju brojeva u zagradama.

U svakom slučaju, cilj je razumjeti kako su ovi projekti koncipirani, dizajnirani i implementirani, koje su se prepreke pojavile tijekom implementacije, i što je najvažnije, koje su bile njihove posljedice i utjecaji na društvo i ciljane segmente. Ova dubinska analiza pomaže u boljem

razumijevanju specifičnosti primjene IoT-a u kontekstu digitalne transformacije, kao i moguće prednosti, izazove i rizike koji se mogu pojaviti na tom putu.

4.2. Ciljevi i očekivani rezultati studije slučaja primjene tehnologije Interneta stvari

Kroz ovu studiju slučaja, namjera je postići nekoliko ključnih ciljeva. U svom najopćenitijem obliku, studija slučaja usmjerena je na razumijevanje mogućnosti koje IoT pruža u kontekstu digitalne transformacije, istražujući specifične primjene u području pametnih otoka i pametnog prometa.

Prvi cilj je dublje razumjeti kako IoT tehnologija, kao ključni element digitalne transformacije, može biti primijenjena u različitom kontekstu, posebno u okviru pametnog otoka i pametnog prometa. S obzirom na širok spektar mogućih primjena IoT-a, od kojih su neke navedene u poglavlju 3.3, izbor ovih specifičnih projekata pruža nam mogućnost da se usredotočimo na neke od najvažnijih i najperspektivnijih područja primjene IoT-a. Cilj je analizirati kako su se ove inicijative razvile, kako su se suočavale s izazovima tijekom implementacije i kakvi su njihovi konačni rezultati. To mogu biti smanjenje troškova, ubrzanje prometa, operativna efikasnost, bolja upotreba resursa, poboljšanje ekološke održivosti i slično. U tom procesu, cilj je identificirati ključne lekcije i dobre prakse koje bi mogle biti korisne za druga poduzeća koja razmišljaju o implementaciji IoT rješenja. Također, žele se identificirati glavni izazovi i prepreke s kojima su se ovi projekti suočavali, kao i strategije koje su korištene za njihovo prevladavanje.

Drugi ključni cilj ove studije slučaja je razumjeti utjecaj ovih IoT inicijativa na različite dionike. To uključuje ne samo direktne korisnike IoT rješenja (npr. stanovnike pametnih kuća ili korisnike pametnih transportnih sustava), već i širu zajednicu i okoliš. Na primjer: Kakav je bio utjecaj projekta pametnih otoka na održivost i kvalitetu života na otoku? Kako je projekt pametnog transporta pridonio smanjenju prometnih gužvi i emisija stakleničkih plinova? Kroz ove i slične upite, cilj je razumjeti kako IoT može pridonijeti rješavanju nekih od ključnih društvenih izazova s kojima se suočavamo danas. Također je važno razumjeti kako su projekti utjecali na samo poduzeće Ericsson Nikola Tesla, uključujući utjecaj na tržišnu poziciju, strukturu poduzeća, vještine i kompetencije zaposlenika.

Treći cilj ove studije slučaja je analizirati kako su se IoT projekti uklopili u širu digitalnu strategiju poduzeća Ericsson Nikola Tesla i lokalnih zajednica gdje su rješenja implementirana.

IoT je često ključna komponenta digitalne transformacije, ali njegova implementacija i integracija s drugim digitalnim inicijativama mogu predstavljati značajan izazov. Kroz ovu studiju slučaja, želimo razumjeti kako je Ericsson Nikola Tesla pristupio ovom izazovu, kako su se prevladale prepreke i kako su se ostvarili sinergijski učinci. Kako su se vještine i kompetencije zaposlenika razvijale tijekom projekta i pridonijele završnom proizvodu? Kako su lokalne zajednice pristupile ovom izazovu? Kako se IoT projekt integrirao s ostalim digitalnim inicijativama? Kako je lokalno stanovništvo utjecalo na provođenje projekata? Odgovori na ova pitanja mogu nam pomoći da bolje razumijemo kako IoT projekti mogu poticati organizacijsku promjenu i transformaciju.

S obzirom na spomenute ciljeve, očekuje se da rezultati ove studije slučaja pruže važne uvide u proces implementacije IoT projekata, kao i u njihove posljedice i utjecaje. Ovi rezultati također mogu pridonijeti boljem razumijevanju mogućnosti i izazova povezanih s IoT-om, te kako se ove tehnologije mogu koristiti za poticanje digitalne transformacije. Kroz ovaj proces, želja je da ova studija slučaja pridonese široj raspravi o ulozi IoT-a u oblikovanju budućnosti gradova, domova i transportnih sustava. Konačno, ova studija slučaja trebala bi pridonijeti prepoznavanju potencijalnih smjernica za nadolazeća istraživanja u ovom području, istraživanju budućih tendencija razvoja IoT-a te formuliranju preporuka temeljenih na rezultatima provedenog istraživanja.

4.3. Opis implementacije rješenja temeljenih na Internetu stvari

U ovom poglavlju fokus je na konkretnim aspektima implementacije rješenja temeljenih na Internetu stvari u okviru studije slučaja. Implementacija IoT tehnologija može biti složen proces koji uključuje niz različitih faza i aktivnosti, uključujući planiranje, dizajn, testiranje, implementaciju i održavanje. Kroz ovo poglavlje, pružene su detaljne informacije o implementaciji projekata.

Implementacija je obuhvaćala dva glavna projekta - primjenu IoT-a u pametnom transportnom sustavu i razvoj pametnih otoka. Svaki od ovih projekata predstavlja jedinstvene izazove i pruža različite mogućnosti, ali su oba usmjerena na poboljšanje učinkovitosti, smanjenje troškova i unapređenje kvalitete života kroz digitalnu transformaciju.

Ovo poglavlje postavlja osnovu za detaljniju analizu svakog projekta i pruža sveobuhvatni uvid u proces implementacije, ističući ključne aspekte poput planiranja i strategije, uključenih

tehnologija, izazova s kojima su se susretali te timova i resursa potrebnih za uspješnu implementaciju. Svaki projekt je pojedinačno razmotren kako bi se osigurala cjelovita analiza i razumijevanje cjelokupnog procesa implementacije.

4.3.1. Projekt CEKOM Connected Traffic

Projekt CEKOM Connected Traffic predstavlja istraživački pothvat usmjeren na unapređenje kvalitete života građana kroz razvoj naprednih rješenja za urbani i multimodalni promet. Projekt se zalaže za inovacije i primjenu održivih, čistih i energetski efikasnih metoda u prometovanju. Aktivnosti projekta uključuju prilagođavanje prometnih tokova prema individualnim potrebama te utjecaj na prometne navike i ponašanje. Connected Traffic (CT) je jedan od 6 razvojnih projekata unutar krovnog projekta pod nazivom Centar kompetencija za pametne gradove CEKOM koji vodi centar Smart RI. Partneri u provedbi projekta su: Alarm Automatika, Apsolon, Combis, Ericsson Nikola Tesla, Pomorski Fakultet iz Rijeke, Rijeka Promet i Smart Sense. Voditelj projekta Connected Traffic je bilo poduzeće Ericsson Nikola Tesla i vrijeme trajanja projekta je tri godine.

Projekt je usmjeren na istraživanje, razvijanje i primjenu strategija za povećanje energetske efikasnosti u urbanom prometu, s krajnjim ciljem smanjenja upotrebe fosilnih goriva i emisija stakleničkih plinova, čime se postiže održiv razvoj prometne infrastrukture grada. Upravo to su neke od prednosti digitalne transformacije spomenute i u poglavlju 2.4.5, a ovdje se detaljnije analiziraju kroz konkretan primjer. Spomenute mjere realizirane su uspostavom naprednog informacijsko-komunikacijskog sustava za podršku odlučivanju u gradskom i multimodalnom prometu te upravljanju održivom mobilnošću. Kroz istraživačke i razvojne inicijative, oblikovani su elementi sveobuhvatnog sustava podrške odlučivanju namijenjenog upotrebi unutar koncepta pametnih gradova, s posebnim fokusom na primjenjivost u sektoru prometa.

Kao glavni rezultat istraživanja i razvoja se ističu:

- razrađen koncept i eksperimentalni razvoj koncepta platforme za agregaciju podataka u funkciji odlučivanja u gradskom prometu i urbanoj mobilnosti,
- razrađen koncept i eksperimentalni razvoj rješenja sustava za nadzor i upravljanje u funkciji odlučivanja u gradskom prometu i urbanoj mobilnosti,

- razrađen koncept i eksperimentalni razvoj tehnološkog rješenja korištenja i razmjene resursa, infrastrukture i imovine na području prometa korištenjem paradigme ekonomije dijeljenja,
- razrađen koncept i eksperimentalni razvoj koncepta naprednih analitičkih rješenja za povećanje sigurnosti u sklopu pametnih gradova i
- razvoj tehnološkog koncepta i eksperimentalni razvoj integriranog sustava za podršku odlučivanju u gradskom prometu i urbanoj mobilnosti.

Razvijeni informacijsko komunikacijski sustav jest baziran na tehnologijama u oblaku, a on omogućuje dohvat telekomunikacijskih i ostalih izvora podataka kao i administraciju podataka s korisničkim ulogama. Rješenje u oblaku je omogućilo integraciju elektroničkih aplikacija za unapređenje komunikacije i dostupnosti javnih i komercijalnih usluga prema građanima i poslovnim subjektima u gradu Rijeci. Tehnološka rješenja u oblaku su, uz IoT, jedan od načina primjene digitalne transformacije kao što je opisano u poglavlju 2.1.

Platforma za agregaciju podataka je dizajnirana da sakuplja, obrađuje i pruža pristup svim relevantnim informacijama povezanim s prometnim sustavom. Ovaj sustav je dizajniran kao modularan i prilagodljiv, sposoban za uključivanje raznih izvora podataka te za obradu kako standardiziranih (kao što je standard DATEX II) tako i nestandardiziranih podataka. Istraživački fokus bio je na adaptaciji postojećih senzorskih sučelja na prometnoj infrastrukturi, razvijanju standardiziranog sučelja za novonastale senzore, te analizi i razvoju procesa za efikasno upravljanje podacima.

Nastavak istraživačkih i razvojnih napora bio je usmjeren na osmišljavanje i uspostavu sveobuhvatnog integriranog sustava koji uključuje sustav za praćenje i upravljanje odlukama u gradskom prometu, a namijenjen je ne samo prometnim službama i poduzećima već i široj upotrebi u kontekstu pametnih gradova. Putem različitih aplikativnih modula - kao što su upravljanje mobilnošću, statičkim prometom, infrastrukturom, multimodalnim prometom, nadzorom stanja prometa i slično - centar za upravljanje i nadzor sposoban je proširiti svoje funkcionalnosti. Također može integrirati već postojeće aplikacije orijentirane na promet, ali i stvoriti temelje za razvoj novih modula koji proširuju funkcionalnost sustava i podižu kvalitetu života u urbanim područjima. Pored toga, sustav, opremljen sustavima kontrole i sensorima za rano otkrivanje anomalija, omogućava preventivno djelovanje radi povećanja sigurnosti ljudi i imovine. Analizirana je i testirana i sposobnost sustava za vizualizaciju, poslovnu i

geoprostornu analitiku, koristeći dostupne i novo-prikupljene podatke unutar geoinformacijskog sustava.

Istraživanje rješenja koncepta korištenja i razmjene resursa, infrastrukture i imovine na području prometa korištenjem paradigme ekonomije dijeljenja omogućilo je razvoj rješenja zajedničkog korištenja resursa, infrastrukture i imovine. Stvaranje ovog rješenja temeljilo se na uspostavi holističkog pristupa i razvijanju koncepta kolaborativnog djelovanja javnog i privatnog sektora u razvijanju i provođenju modela prometnih rješenja utemeljenih na ekonomiji dijeljenja. Ovaj pristup omogućava bolje iskorištavanje zajedničke infrastrukture, resursa i imovine u prometu, s fokusom na zaštitu okoliša, povećanje energetske efikasnosti i sigurnosti, te promicanje održivosti urbanih prometnih sustava. Koncept također podržava razvoj pametne urbane mobilnosti i gospodarskog razvoja usklađenog s principima održivog razvoja kroz široko prihvaćenu paradigmu ekonomije dijeljenja. U razvoju su predviđene funkcije za stvaranje automatiziranih alarma koji aktiviraju planove djelovanja i operativne procedure temeljene na analizi prikupljenih podataka.

Istraživanje usmjereno na unapređenje sigurnosnih mjera unutar koncepta pametnih gradova fokusiralo se na razvijanje postupaka koji, na temelju identificiranja incidenta, lokacije i ostalih relevantnih parametara, odlučuje o primjeni skupa unaprijed određenih akcija. Te akcije mogu obuhvatiti mobilizaciju resursa i različite oblike komunikacije, poput distribucije informacija eksternim sustavima ili kontakta sa relevantnim osobama ili službama, te pružiti odgovarajuće upute odgovornim subjektima za daljnje djelovanje. Time se uspješno rješava problem sa sigurnosti, koji je naveden kao jedan od izazova digitalne transformacije u poglavlju 2.2.2. Sustav omogućuje vizualizaciju podataka na geoprostornim digitalnim podlogama, statistiku i izvješćivanje. Projekt je također predviđao teorijsku razradu funkcionalnosti pojedinih elemenata i procesa, te izradu planova izvodljivosti, koji preporučuju moguće modularne razvojne pravce, koji ovise o planovima, mogućnostima i prioritetima upravljačkih tijela odgovornih za gospodarenje i upravljanje pojedinim dijelovima prometnog sustava/infrastrukture.

Razvoj integriranog sustava za podršku odlučivanju u gradskom prometu i urbanoj mobilnosti omogućava uspostavu integriranog rješenja koje uključuje sve navedene elemente, u funkciji kvalitetnije integracije podatkovnih i poslovnih procesa i s ciljem boljeg i kvalitetnijeg upravljanja prometom i održivom mobilnošću u sklopu pametnih gradova.

Elementi i proizvodi projekta su:

1. Platforma za agregaciju podataka u funkciji odlučivanja u gradskom prometu i urbanoj mobilnosti,
2. Sustav za nadzor i upravljanje u funkciji odlučivanja u gradskom prometu i urbanoj mobilnosti,
3. Sustav zajedničkog korištenja resursa, infrastrukture i imovine kroz paradigmu ekonomije dijeljenja „ShaRIng“,
4. Sustav napredne analitike za povećanje sigurnosti u sklopu pametnih gradova,
5. Integrirani sustav za podršku odlučivanju u gradskom prometu i urbanoj mobilnosti.

U svrhu izrade sustava korištene su sljedeće „stvari“:

- Mjerne stanice za praćenje kvalitete zraka uz prometnice:
 - Elektrokemijski senzori plinova,
 - Optički senzori lebdećih čestica,
 - Senzor buke.
- Meteo senzori:
 - Temperatura,
 - Relativna vlažnost,
 - Tlak,
 - Smjer i brzina vjetra,
 - Količina padalina.
- Specifični meteo senzori:
 - Horizontalna vidljivost,
 - Temperatura kolnika,
 - Pojava vode ili leda na kolniku.
- AI senzori za praćenje prometa:
 - Brojanje prometa,
 - Klasifikacija prometa,
 - Prepoznavanje tablica,
 - Brojanje pješaka.

Važno je napomenuti da je projekt proveden do razine tehnološke spremnosti 6 (engl. *Technology readiness level*, TRL) što znači da je prototip visoke razine testiran u planiranom okruženju s performansama blizu očekivanim. Prototip se ispituje u relevantnom okruženju. Sustav ili postupak demonstracija provodi se u operativnom okruženju. Idući korak je implementacija proizvoda u stvarni svijet.

U svrhu istraživanja uspješnosti projekta CEKOM Connected Traffic izrađen je upitnik s izjavama podijeljenim prema kategorijama ovisno na koji segment se odnose. Rezultati upitnika i sam upitnik su prikazani u poglavlju 4.4.1.

4.3.2. Projekt Insulae h2020

Povećanje obnovljivih izvora energije, energetske učinkovitosti, skladištenja i čistog transporta ključni su izazovi koji mogu dovesti do stabilnije opskrbe jeftinijom i čistom energijom, kao i do energetske samodostatnosti otoka i sigurnosti opskrbe, pridonoseći borbi protiv klimatskih promjena. Osim toga, ulaganja u čistu energiju mogu koristiti lokalnom stanovništvu, stvoriti lokalna radna mjesta i rast, potaknuti turizam i bolje očuvati okoliš.

Sve u svemu, dekarbonizacija otoka povećat će i njihovu otpornost i ekonomsku održivost čime će donijeti značajne koristi uključujući ublažavanje klimatskih promjena i prilagodbu, smanjenje deficita trgovinske bilance, manju izloženost nestabilnim cijenama goriva, samopouzdaniju opskrbu električnom energijom, niže ekološke rizike povezane s uvozom fosilnih goriva kao i višestruke učinke kroz naučene lekcije na lokalnoj razini, u regiji i međunarodno. Dekarbonizacija, koja je prepoznata kao jedna od prednosti digitalne transformacije u poglavlju 2.2.1, kroz ovaj projekt dobiva svoju konkretnu primjenu i demonstraciju u stvarnom svijetu

Upravo s obzirom na sve navedene čimbenike i imperative, nastao je projekt Insulae h2020²⁸ koji pridonosi inicijativi za čistu energiju za otoke Europske Unije pružanjem alata za planiranje ulaganja (engl. *Investment Planning Tool*, IPT) koji može izraditi akcijske planove za otoke za proizvodnju vlastite održive i jeftine energije. Projekt je financiran sredstvima Europske unije u sklopu Horizon 2020 programa istraživanja i inovacija. Projekt uključuje 27 partnera i ukupni

²⁸ Insulae, *O projektu*, dostupno na: <https://insulae.wp.fsb.hr/o-projektu/>, pristupljeno: 23. srpnja 2023.

proračun veći od 12 milijuna eura, a fokusiran je na dekarbonizaciju otoka koja je ključna kako za postizanje klimatsko-energetskih ciljeva, tako i za bolju kvalitetu života na otocima.

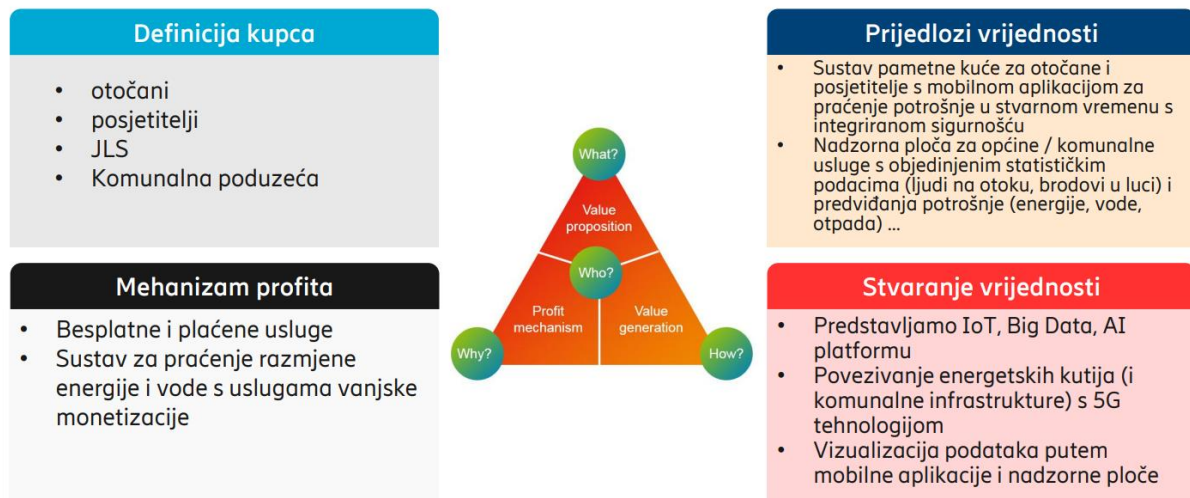
Projektne aktivnosti usmjerene su na otoke Unije (Hrvatska), Bornholm (Danska) i Madeira (Portugal), a rezultati tamo provedenih pilot aktivnosti korišteni su za transfer znanja i izradu akcijskih planova otoka Menorca (Španjolska), Norderney (Njemačka), Psara (Grčka) i Bonaire (Nizozemski Antili). Koordinator četverogodišnjeg projekta je CIRCE - istraživački centar za energetske resurse i potrošnju (Španjolska), a hrvatski partneri na projektu, uz REA Kvarner, su Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, poduzeće Ericsson Nikola Tesla i Vodoopskrba i odvodnja Cres-Lošinj, kao i WWF Adria - Udruga za zaštitu prirode i očuvanje biološke raznolikosti (engl. *World Wide Fund for Nature*, WWF) koja u projektu sudjeluje kao jedan od horizontalnih partnera.

Ciljevi projekta su:

- Stvaranje pametnog otočnog ekosustava,
- Olakšavanje urbanih inovacija i suradnje,
- Vođenje digitalne transformacije otoka,
- Poboljšanje kvalitete življenja na otocima.

Stvaranje ekosustava uključuje razvoj partnerstva s visokotehnološkim startupima, inovacijskim klasterima, sveučilištima i istraživačkim institutima koji nude vještine i znanja potrebna za pametne otočke projekte. Važno je istraživanje i dizajniranje održivih modela koji će biti prihvatljivi zajednici, u potpunosti iskorištavajući mišljenja, znanja i iskustva svih stanovnika otoka. Slika 4 prikazuje pojednostavljeni poslovni model projekta Insulae za otok Unije u kojemu su prikazane stavke koje je rješenje ovog projekta moralo zadovoljiti i omogućiti.

Slika 4. Pojednostavljeni poslovni model projekta Insulae za otok Unije



Izvor: Interna projektna dokumentacija, Ericsson Nikola Tesla, 2020

Kada je riječ o otočanima ili posjetiteljima, njihova je želja smanjiti ugljični otisak i uštedjeti na potrošnji energije i vode zbog čega su spremni pretvoriti svoj dom u pametan instaliranjem „energetske kutije“ i pretplatiti se na ponuđene usluge u oblaku. Kao primjer se može uzeti pametni dom povezan s IoT 5G koji može isporučiti praćenje potrošnje energije i vode u stvarnom vremenu, pružiti sigurnost i daljinski nadzor kućanskih uređaja, optimizirajući potrošnju i smanjujući rizik od izlivanja energije ili vode. Za razliku od nepostojeće slične usluge koje pružaju komunalna poduzeća, nema praćenja potrošnje energije i vode u stvarnom vremenu. Ovim projektom se isporučuje ta usluga na pristupačan i isplativ način. Također, komunalna poduzeća imaju želju optimizirati terenske operacije, uštedjeti na gubicima energije i vode na otočnim prostorijama, steći bolji uvid u ukupan broj ljudi koji žive ili posjećuju otoke i uvesti više reda u lučkim objektima.

U Hrvatskoj je projekt usmjeren na otok Unije gdje su razvijeni razni scenariji korištenja:

- Praćenje potrošnje energije u stvarnom vremenu za pojedince i zajednicu;
- Nadzor lučkih aktivnosti, vezova i plovila;
- Praćenje i izvještavanje o prometu kroz luku, s brojanjem posjetitelja i predviđanjem potreba za energijom i vodom;
- Automatska upozorenja temeljena na prometnim uočavanjima;
- Dijeljenje informacija o stanju okoliša, poput kvalitete zraka i temperature;
- Upozorenja povezana sa zaštitom okoliša;

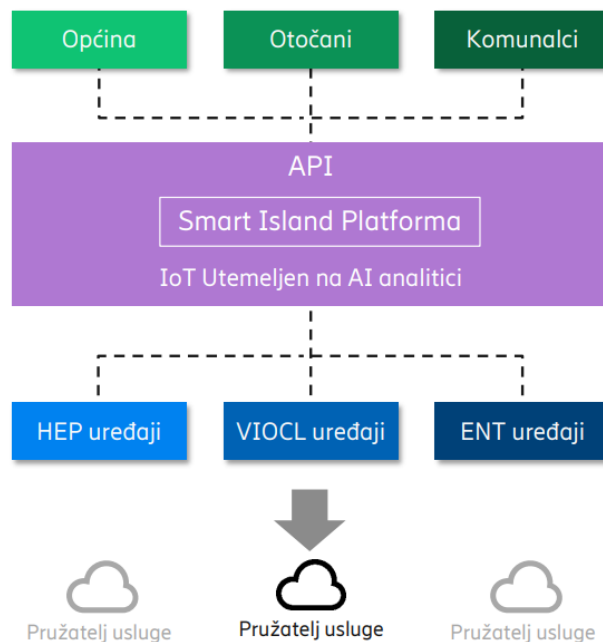
- Nadzor sigurnosti s automatskim upozorenjima;
- Pristup ažuriranim meteorološkim informacijama.

Za to se koriste razne stvari kao što su:

- Energetske kutije u pametnim kućama povezane s raznovrsnim senzorima;
- Nadzorne kamere unaprijeđene umjetnom inteligencijom koje prate promet na prilazima luci;
- Senzorski podaci o okolišu prikupljeni unutar luke;
- Informacije o trenutnom vremenu i prognoze;
- Digitalni informacijski ekrani za informiranje lokalne zajednice na otocima;
- Mobilne aplikacije za stanovnike i posjetitelje otoka.

Poduzeće Ericsson Nikola Tesla kao partner projekta ima ulogu pružatelja usluge IoT platforme što uključuje: IoT Smart Island kao uslugu, integraciju sustava, kreiranje standardnog aplikacijskog programskog sučelja (engl. *Application Programming Interface, API*), kontrolne ploče i mobilne aplikacije. Slika 5 prikazuje kako izgleda taj integrirani sustav s platformom u sredini i korisnicima s jedne strane i uređajima s druge.

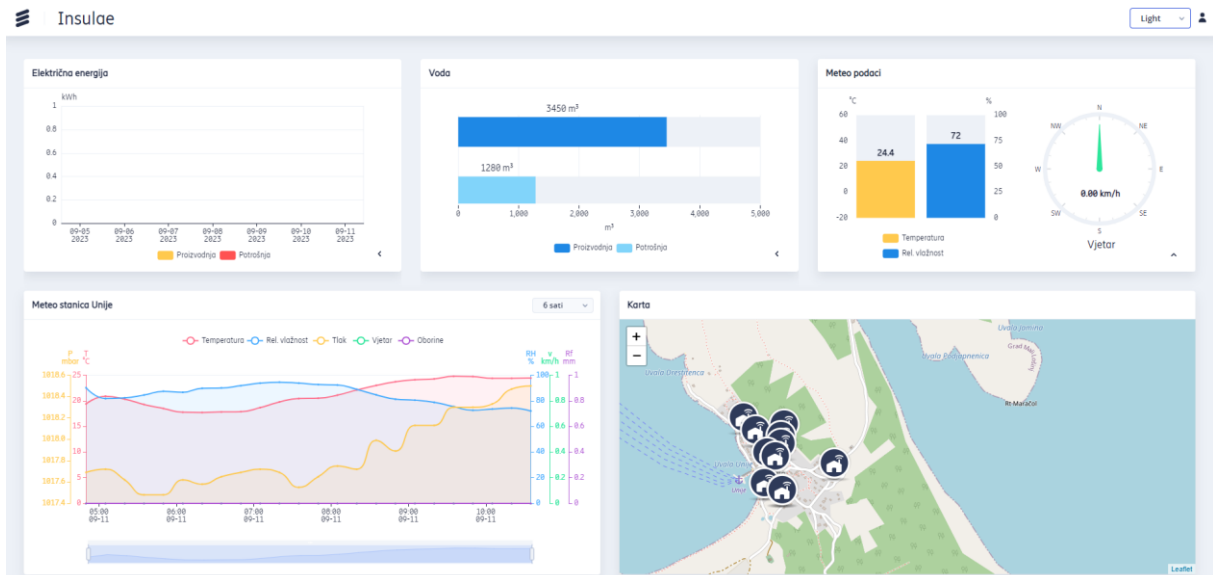
Slika 5. Integrirani sustav projekta Insulae



Izvor: Interna projektna dokumentacija, Ericsson Nikola Tesla, 2020

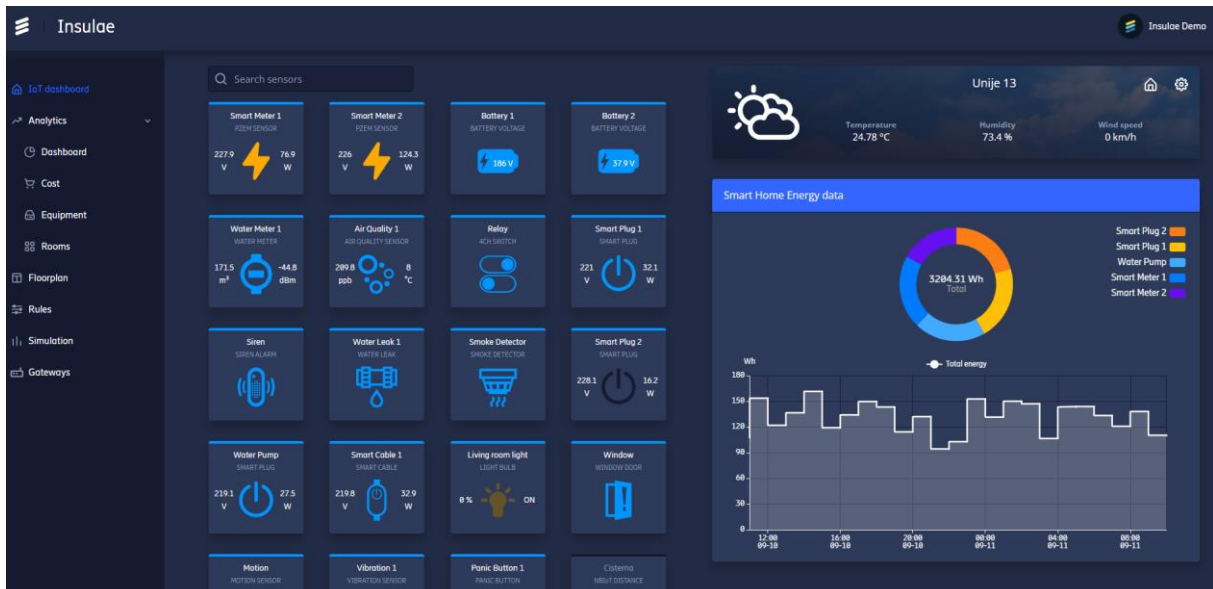
U nastavku se mogu vidjeti isječci s platforme koji prikazuju sučelje koje je vidljivo korisniku. Slika 6 prikazuje sučelje koje je javno i uvijek dostupno, a Slika 7 sučelje koje je privatno i personalizirano za svakog korisnika.

Slika 6. Isječak javnog sučelja platforme



Izvor: <https://www.insulae.dynu.net/public>

Slika 7. Isječak sučelja platforme koje je vidljivo pojedinom korisniku



Izvor: <https://www.insulae.dynu.net/users/iot-dashboard>

4.4. Analiza podataka i diskusija primjene u poslovnom kontekstu

4.4.1. Projekt CEKOM Connected Traffic

U nastavku slijedi upitnik za projekt CEKOM Connected Traffic s prosječnom ocjenom za svaku tvrdnju u pojedinom segmentu. Upitnik je ispunilo 13 stručnjaka iz različitih poduzeća i ustanova koje su sudjelovale u projektu: Ericsson Nikola Tesla d.d., Apsolon d.o.o., Smart RI d.o.o., Smart Sense d.o.o. i Pomorskog fakulteta u Rijeci. Ispitanici su obnašali različite uloge na projektu, od razvojnih inženjera, arhitekata rješenja do raznih voditelja unutar poduzeća i ustanova uključenih u projekt.

Tablica I. Upitnik uspješnosti projekta CEKOM Connected Traffic

Dimenzija	Poddimenzija	Ocjena
Strategija	Ciljevi projekta bili su jasno određeni i usmjereni.	4,31
	Strategija projekta uspješno je podržala digitalnu transformaciju prometa.	4,31
	Plan za implementaciju projekta je bio jasno definiran.	4,31
	Strategija korištena za implementaciju projekta bila je učinkovita.	4,08
	Pristupi i metode korištene u projektu pomogli su u postizanju strateških ciljeva.	4,31
Ljudski potencijali	Tim je imao sve potrebne vještine za uspješno izvođenje projekta.	4,39
	Postojao je visok stupanj angažmana i suradnje među članovima tima.	4,31
	Članovi tima uspješno su surađivali s ostalim dionicima projekta.	4,23
	Postojala je jasna komunikacija i povratne informacije između članova tima.	4,39
	Tim je bio dovoljno velik da pokrije sve potrebne aspekte projekta.	4,39
Kvaliteta implementacije	Implementacija projekta bila je u skladu s planiranim rokovima i ciljevima.	4,54

	Kvaliteta implementacije rješenja za upravljanje prometom bila je visoka.	4,15
	Provedba projekta bila je uspješna u smislu smanjenja potrošnje primarne energije i emisija CO2.	3,39
	Postupci i alati korišteni u projektu bili su adekvatni i efikasni.	4,08
	Problemima i izazovima koji su se pojavili tijekom projekta pristupljeno je na odgovarajući način.	4,15
Angažman korisnika	Građani su bili aktivno uključeni u provedbu projekta.	3,46
	Projekt je pozitivno utjecao na iskustvo klijenata.	3,92
	Provedene mjere su rezultirale poboljšanjem kvalitete života korisnika.	3,54
	Provedba projekta zadovoljila je očekivanja korisnika.	4,08
	Projekt je stvorio dodatnu vrijednost za korisnike.	4,31
Ekosustav	Provedba projekta doprinijela je stvaranju ekosustava za pametne gradove.	4,31
	Projekt je doprinio razvoju održivih i energetske efikasnih modela u gradskom prometu.	4,08
	Projekt je uspješno promovirao inovacije i održive pristupe u urbanoj mobilnosti.	4,62
	Projekt je promovirao suradnju s različitim dionicima u ekosustavu.	4,39
	Projekt je pružio vrijednost svim dionicima u ekosustavu.	4,23
Tehnologija	Tehnologija korištena u projektu bila je prikladna za potrebe projekta.	4,23
	Tehnologija korištena u projektu bila je pouzdana i učinkovita.	4,39
	Projekt je iskoristio IoT tehnologiju kako bi postigao svoje ciljeve.	4,46
	Tehnologija je doprinijela uspjehu projekta.	4,31
	Tehnološka rješenja korištena u projektu bila su inovativna.	4,39
Inovativnost	Projekt je donio inovativna rješenja za izazove u gradskom prometu.	4,23

	Inovativni pristupi i rješenja su dobro prihvaćeni od strane korisnika.	3,85
	Projekt je pokazao kako IoT može biti koristan za inovacije u prometnom sustavu.	4,39
	Projekt je unaprijedio inovacijsku kulturu u upravljanju urbanom mobilnošću.	3,85
	Projekt je pridonio inovativnim pristupima u planiranju održive mobilnosti.	4,08
Percepcija uspjehnosti	Projekt je imao pozitivan utjecaj na gradski promet i kvalitetu života građana.	3,46
	Projekt je uspješno postigao svoje ciljeve.	4,39
	Projekt je postigao cilj digitalne transformacije prometnog sustava.	4,08
	Projekt je pridonio poboljšanju kvalitete života građana.	3,77
	Rezultati projekta bili su dugotrajni i održivi.	4,23

Na temelju prosječnih ocjena za svaku tvrdnju, može se zaključiti da je projekt CEKOM Connected Traffic ostvario izvrsne ocjene u većini analiziranih aspekata. Projekt je potvrdio da je IoT ključni faktor u promicanju inovacija u prometnom sektoru. Tehnološka rješenja koja se temelje na IoT-u bila su prikladna, pouzdana i učinkovita. Ova tehnologija omogućila je praćenje i upravljanje prometom na načine koji nisu bili dostupni ranije. Iz toga se može zaključiti kako bi poduzeća u prometnom sektoru trebala razmotriti kako integrirati IoT tehnologiju u svoje strategije kako bi ostvarila konkurentske prednosti. Kao što je u poglavlju 2.2.1 istaknuto, digitalna transformacija omogućava automatizaciju i optimizaciju procesa vezanih uz prometni sustav, što se u ovom projektu, gledajući ocjene, i ostvarilo te donijelo razne prednosti poput smanjenja gužvi i nadzor i upravljanje u funkciji odlučivanja u gradskom prometu. Projektni tim je također bio kompetentan i uspješno implementirao predviđeno.

Također, na temelju ovog projekta se može zaključiti kako inovacije i korištenje novih tehnologija mogu pozitivno doprinijeti poboljšanju održivosti urbane mobilnosti i stvaranju ekosustava za pametne gradove. Projekt pokazuje da se IoT može uspješno koristiti za smanjenje potrošnje primarne energije i emisija CO₂ u prometu kao što je to spomenuto u

poglavlju 3.2. To ukazuje na ulogu IoT-a u postizanju održivosti u prometnom sektoru. Važno je da gradovi i poduzeća razvijaju IoT rješenja koja podržavaju održive modele mobilnosti. Projekt također promovira suradnju s različitim dionicima u ekosustavu pametnih gradova. Ovo ukazuje na važnost šireg partnerskog pristupa za postizanje uspjeha u projektima usmjerenim na digitalnu transformaciju prometa. Partnerstva i suradnja ključni su za integraciju IoT-a u urbano planiranje i mobilnost.

Kao što je istaknuto u poglavlju 3.3.2, IoT je vrlo koristan u transformaciji prometnog sustava, što uključuje razne inovacije i optimizacije, a ovaj projekt to demonstrira i potvrđuje. Projekt donosi inovativna rješenja za izazove u gradskom prometu te pokazuje da primjena IoT-a može pozitivno utjecati na gradski promet i kvalitetu života građana. Pretpostavlja se da će inovativni pristupi i rješenja temeljeni na IoT-u biti u potpunosti prihvaćeni od strane korisnika. No, kao što je spomenuto i u poglavlju 3.1.3, postoje određeni izazovi i prostor za poboljšanje određenih rezultata što se može postići poticanjem inovativnih pristupa u upravljanju urbanom mobilnošću, prvenstveno od strane poduzeća, educiranjem korisnika i njihovom većom uključenošću u provedbu projekata. Ovi rezultati mogu pružiti osnovu za buduće inicijative usmjerene prema unapređenju gradskog prometa i služiti kao poticaj za implementaciju ovakvog i sličnih projekata u prometne sustave ostalih gradova. Svi gradovi trebaju razmotriti investicije u IoT i unapređenje mobilnosti i kvalitete života svojih građana.

Pretpostavlja se da će projekt postići dugotrajne i održive rezultate. To ukazuje na važnost planiranja projekata s dugoročnom perspektivom. Poduzeća trebaju razviti strategije održavanja postignutih rezultata i osigurati da IoT tehnologija bude integralni dio budućih projekata s obzirom na sve veću njenu zastupljenost u različitim aspektima života.

Zaključno, projekt CEKOM Connected Traffic pruža ključne pouke o važnosti IoT-a u digitalnoj transformaciji prometnog sektora te potiče poduzeća da razmisle o integraciji IoT rješenja kako bi ostvarila održive inovacije, poboljšala suradnju i promovirala pozitivan utjecaj na gradski promet i kvalitetu života građana.

4.4.2. Projekt Insulae h2020

U nastavku slijedi upitnik za projekt Insulae h2020 s prosječnom ocjenom za svaku tvrdnju. Upitnik je ispunilo 12 stručnjaka iz različitih poduzeća i ustanova koje su sudjelovale u projektu: Ericsson Nikola Tesla d.d., Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb, Regionalna

energetska agencija Kvarner, Vodoopskrba i odvodnja Cres Lošinj d.o.o. i WWF Adria. Ispitanici su obnašali različite uloge na projektu, od razvojnih inženjera, arhitekata rješenja do raznih voditelja i koordinatora unutar poduzeća i ustanova uključenih u projekt.

Tablica II. Uпитnik uspješnosti projekta Insulae h2020

Dimenzija	Poddimenzija	Ocjena
Strategija	Projekt Insulae h2020 bio je jasno usmjeren prema svojim strateškim ciljevima.	4,00
	Izabrane aktivnosti i planovi u okviru projekta bili su u skladu sa strateškim ciljevima projekta.	4,33
	Korištene metode i pristupi u projektu bili su učinkoviti za postizanje strateških ciljeva.	4,00
	Strateški pristup projekta omogućio je uspješno stvaranje pametnog otočnog ekosustava.	3,42
	Strategija projekta uspješno je promovirala urbane inovacije i suradnju na otoku.	3,83
Ljudski potencijali	Projektini tim bio je kompetentan i sposoban za provođenje planiranih aktivnosti.	4,50
	Bilo je dovoljno ljudi za provedbu projekta.	4,17
	Postojao je visoki stupanj suradnje među članovima projektinog tima.	4,67
	Zajednica na otoku aktivno je sudjelovala u projektu.	3,25
	Projektini tim bio je učinkovit u angažiranju lokalne zajednice i njenom uključivanju u projekt.	3,67
Kvaliteta implementacije	Kvaliteta provedbe projekta bila je na visokom nivou.	4,08
	Projekt je ispunio ili premašio sva očekivanja.	3,25
	Implementacija projekta bila je pravovremena i u skladu s planiranim rokovima.	3,25
	Projekt je učinkovito koristio tehnologije za poboljšanje kvalitete života na otoku.	4,08
	Problemima i izazovima koji su se pojavili tijekom projekta pristupljeno je na odgovarajući način.	3,83

Angažman korisnika	Građani su bili aktivno uključeni u provedbu projekta.	3,83
	Korisnici imaju koristi od projekta.	4,08
	Projekt je dobio pozitivne povratne informacije od klijenata.	3,42
	Projekt je ispunio ili premašio očekivanja klijenata.	2,92
	Projekt je stvorio dodanu vrijednost za klijente.	4,17
Ekosustav	Projekt je uspješno stvorio pametan otočni ekosustav.	3,17
	Projekt je bio uspješan u promicanju urbanih inovacija i suradnje.	4,00
	Projekt je omogućio suradnju s različitim dionicima u ekosustavu.	4,33
	Projekt je uspješno pridonio razvoju održivih modela za zajednicu.	3,92
	Partnerstva s visokotehnološkim startupima, inovacijskim klasterima, sveučilištima i istraživačkim institutima unaprijedila su ekosustav.	4,00
Tehnologija	Tehnologija korištena u projektu bila je prikladna za potrebe projekta.	4,58
	Tehnologija, predvođena IoT-om, je pridonijela uspjehu projekta.	4,33
	Implementacija tehnologija bila je uspješna i bez većih problema.	4,00
	Projekt učinkovito koristi IoT platformu poduzeća Ericsson Nikola Tesla.	4,50
	Tehnološka infrastruktura podržala je uspješnu provedbu projekta.	4,42
Inovativnost	Projekt je donio inovativna rješenja za probleme s kojima se otok suočavao.	4,42
	Inovativne ideje i rješenja bili su dobro prihvaćeni od strane zajednice.	2,92
	Projekt je omogućio prilagodbu novih tehnoloških inovacija na otoku.	4,00

	Projekt je pridonio unapređenju inovacijske kulture na otoku.	3,58
	Projekt je omogućio inovativne pristupe u planiranju ulaganja u energetska infrastrukturu.	4,00
Percepcija uspješnosti	Projekt je imao pozitivan utjecaj na otok.	3,92
	Projekt je ostvario svoje ciljeve.	3,67
	Projekt se može smatrati uspješnim.	3,92
	Projekt je pridonio poboljšanju kvalitete života na otoku.	3,83
	Projekt je doprinio postizanju ciljeva dekarbonizacije i održive energetske proizvodnje na otoku.	3,92

Projekt Insulae h2020 ocijenjen je visokim ocjenama u mnogim aspektima, ukazujući na uspješnu provedbu s visokim stupnjem kvalitete u nekoliko ključnih područja. Iako su rezultati većinom pozitivni, postoji nekoliko izazova i pouka koje se mogu izvući iz ovih ocjena.

Projekt je bio jasno usmjeren prema svojim strateškim ciljevima što ukazuje na usklađenost planiranog rada s postavljenim strateškim smjernicama. Kvaliteta provedbe projekta i tim koji je radio na njegovoj implementaciji su visoko ocijenjeni što ukazuje na kvalitetu timova i odličnu suradnju između njih, ali i temeljitost u izvedbi i provedbi projektnih aktivnosti i implementaciji osmišljenih rješenja. Također, upotreba tehnologije, posebno IoT-a, ocijenjena je visoko što ukazuje na dobar odabir tehnologija prikladnih za potrebe projekta. Iz svega se može zaključiti da je tehnički dio projekta, uključujući timove koji su na njemu radili ostvario pozitivan rezultat i ostavio dobar dojam.

S druge strane, određena područja projekta su ocijenjena sa slabijim ocjenama što ukazuje na prostor za napredak u budućim projektima. Premda je postojala strategija za stvaranje pametnog otočnog ekosustava, ocjena je nešto niža te implicira na pojavu izazova u njegovom ostvarenju. Spomenuti izazovi dotaknuti su i u poglavlju 2.2.2, koje istražuje potencijalne prepreke digitalne transformacije, uključujući otpor zajednice i nejasno definiranu strategiju u vidu suradnje s zajednicom i stvaranjem otočnog ekosustava. Ovo naglašava potrebu za jačim stratejskim pristupom i suradnjom za razvoj takvih ekosustava i podršku za upravljanje rizicima koji se mogu pojaviti. Problem se javlja i kod uključenosti lokalne zajednice i krajnjih korisnika u projekt te njihovog zadovoljstva. Aktivno sudjelovanje zajednice na otoku

ocijenjeno je nižom ocjenom zbog slabog angažmana lokalne zajednice u projektu što je utjecalo i na sveukupno zadovoljstvo korisnika. Unatoč inovativnom rješenju za probleme s kojima se otok suočavao, ocjene prihvaćanja od strane zajednice i korisnika bile su niže. Ovo ukazuje na potrebu za boljim komuniciranjem i educiranjem o prednostima inovacija. Potrebno je više pažnje posvetiti korisničkim potrebama, ali i pokazati spremnost za nošenje s neplaniranim problemima i kašnjenjima koji mogu utjecati na nemogućnost ostvarenja planiranih projektnih aktivnosti. Kao što je već spomenuto u poglavlju 2.2.1, ključ uspjeha leži u razumijevanju da digitalna transformacija nije samo o tehnologiji, već i o ljudima, kulturi i adaptaciji na nove načine razmišljanja.

Važno je napomenuti da bi odgovori bili pozitivniji da su se uspjele realizirati planirane izgradnje baterijskog postrojenja i velike fotonaponske elektrane. Kašnjenja i razlozi administrativne prirode koji nisu bili pod kontrolom projekta posve su onemogućili realizaciju tih dijelova projekta što je imalo za posljedicu i slabiji opći rezultat - primarno u domeni rezultata za lokalnu zajednicu i razvoj otoka. No bitno je naglasiti da je dio projekta koji se odnosio na IoT platformu i sudjelovanje Ericssona Nikole Tesle u potpunosti realiziran i u tom smislu je projekt posve uspješan. Sveukupno se može reći da je projekt ispunio očekivanja i pokazao smjer u kojem treba ići i s drugim otočnim zajednicama.

U konačnici, projekt Insulae 2020 donio je mnoge vrijedne rezultate, posebno u području tehnoloških inovacija i učinkovitog korištenja resursa. Međutim, izazovi poput stvaranja otočnog ekosustava i boljeg sudjelovanja zajednice sugeriraju potrebu za unapređenjem strategijskih pristupa i komunikacije kako bi se postigli bolji rezultati u budućim projektima.

4.5. Izazovi i prepreke primjene rješenja temeljenih na Internetu stvari u digitalnoj transformaciji poslovanja

Internet stvari pruža brojne mogućnosti za unapređenje digitalne transformacije, omogućujući inovativne načine povezivanja i optimizacije procesa. Međutim, dok IoT otvara vrata inovacijama, postoji niz izazova i prepreka koje poduzeća i društvo moraju prevladati kako bi uspješno implementirali te tehnologije i ostvarili puni potencijal. Izazovi digitalne transformacije su detaljno opisani u poglavlju 2.2.2, a izazovi vezani uz IoT u poglavlju 3.1.3.

Sigurnost je jedno od najizazovnijih pitanja kada govorimo o IoT-u. Uvođenje nove tehnologije podrazumijeva i korištenje novih uređaja. Ti uređaji su najčešće osmišljeni s naglaskom na

funkcionalnost, a ne sigurnost što ih čini lakim metama za napade. Što je uređaj "pametniji" to je izloženiji napadu zbog potencijalne ranjivosti u softveru uređaja, što ga čini osjetljivijim na različite vrste napada. Osim toga, nedostatak standardizacije u IoT protokolima i komunikaciji dodatno komplicira situaciju, čineći sigurnost ključnim problemom za poduzeća. S obzirom da se ti uređaji koriste u raznim industrijskim i poslovnim sektorima poput zdravstva, javne uprave i prometa, posljedice sigurnosnih propusta mogu biti katastrofalne. Potreba za sveobuhvatnim sigurnosnim mjerama i praksama nikada nije bila veća.

Drugi ključni izazov je integracija. Raznolikost IoT ekosustava čini integraciju različitih uređaja i platformi kompleksnom. Fragmentacija tržišta s brojnim proizvođačima koji koriste različite standarde otežava usklađenost i kompatibilnost sustava. Isto tako, integracija novih uređaja u sustav može biti zahtjevna. Osim toga, stariji IT sustavi u mnogim poduzećima nisu izravno kompatibilni s novim IoT rješenjima, što zahtijeva dodatna ulaganja u nadogradnje ili prilagodbe. Primjer takve situacije možemo pronaći u prometnoj infrastrukturi grada Rijeke u sklopu projekta CEKOM Connected Traffic, gdje je trebalo poboljšati trenutni sustav i nadopuniti ga novim uređajima poput kamera i senzora za optimizaciju prometa. Slično tome, u projektu Insulae h2020 se uvode kamere, senzori i drugi uređaji za praćenje meteoroloških uvjeta na otoku, a razvijena platforma objedinjuje sve prikupljene podatke, pružajući korisnicima sveobuhvatni uvid.

Imajući na umu činjenicu da su IoT uređaji konstantni sakupljači podataka, privatnost postaje ključna zabrinutost. U mnogim slučajevima, ti podaci su osobne prirode, što postavlja pitanje njihove sigurnosti i privatnosti. Poduzeća se suočavaju s izazovima kako zaštititi te podatke i osigurati da su u skladu s regulativama poput Opće uredbe o zaštiti podataka (engl. *General Data Protection Regulation*, GDPR). Dodatno, postoji kontinuirana zabrinutost korisnika o tome kako se njihovi podaci koriste i dijele zbog potencijalnog curenja ili zloupotrebe informacija.

Kako broj povezanih uređaja raste, tako raste i kompleksnost upravljanja njima. Svaki uređaj može zahtijevati redovite nadogradnje softvera, ažuriranje postavki ili održavanje. Analiza ogromnih količina podataka koje generiraju ti uređaji zahtijeva sofisticirane alate i stručnost, a istovremeno postoji potreba za stalnim nadzorom i održavanjem uređaja. S druge strane, upravljanje uređajima od strane korisnika također može biti kompleksno i potrebna je određena vrsta edukacije kako bi se ispravno koristio uređaj. Zato kompleksnost upravljanja i

s korisničke strane, ali i sa strane proizvođača, odnosno pružatelja usluge putem uređaja predstavlja izazov.

I dok IoT nudi brojne prednosti, poput optimizacije prometa ili dekarbonizacije otoka, kako je istaknuto u poglavlju 2.2.1, potrebno je uzeti u obzir i značajne početne troškove. Nabava potrebne opreme, integracija rješenja, obuka zaposlenika, održavanje i nadogradnja mogu se brzo akumulirati. Osim toga, postoji rizik od nepredviđenih troškova, poput onih koji proizlaze iz sigurnosnih propusta ili potrebe za prilagodbom zbog promjena na tržištu. Stoga, detaljna priprema je ključna za efikasno upravljanje ovim izazovima.

Uvođenje IoT-a ne predstavlja samo tehničku transformaciju, već i duboku promjenu u organizacijskoj kulturi i načinu rada kao što se ističe u poglavljima 2.1 i 2.2.2. Zaposlenici se moraju prilagoditi novim alatima i procesima, što može izazvati otpor ili nesigurnost. Isto tako, stanovnici otoka moraju prihvatiti pojavu noviteta u njihovom okruženju i koristiti ih kao dio svoje svakodnevice. Zato uspješna implementacija IoT rješenja često zahtijeva edukaciju, osposobljavanje i jasno vođenje od strane menadžmenta ili stručnjaka za tehnologiju koji imaju doticaja s krajnjim korisnicima. Pored toga, poduzeća moraju razmisliti i o etičkim pitanjima, poput onih vezanih uz privatnost i autonomiju korisnika.

Kako se tehnologija Interneta stvari sve više integrira u različite sektore poslovanja, njezini potencijali za unapređenje tradicionalnih poslovnih procesa postaju sve očigledniji. Međutim, kako je istaknuto u ovom poglavlju i u poglavlju 3.1.3, unatoč svim prednostima koje IoT pruža, postoji niz izazova i prepreka s kojima se poduzeća moraju suočiti kako bi maksimalno iskoristila potencijal ove tehnologije.

Dok sigurnost i privatnost ostaju na vrhu popisa zabrinutosti, ekonomske i kulturološke dimenzije su također presudne za uspješnu integraciju IoT-a. Uspjeh u digitalnoj transformaciji pomoću IoT-a zahtijeva holistički pristup koji ne samo da se bavi tehničkim aspektima, već i ljudskim, organizacijskim i etičkim dimenzijama.

Za poduzeća koja uspiju prepoznati i savladati ove izazove, IoT nudi priliku za stvaranje konkurentne prednosti, optimizaciju operacija i stvaranje novih poslovnih modela. Stoga, iako izazovi postoje, oni se mogu promatrati kao prilike za inovacije i rast.

5. ZAKLJUČAK

U suvremenom tehnološkom dobu, tehnologija Interneta stvari izaziva revoluciju u načinu na koji razumijemo i primjenjujemo digitalnu transformaciju te postaje kamen temeljac transformacije u mnogim industrijskim i poslovnim sektorima. Život bez IoT-a je praktički postao nezamisliv zbog raznih uređaja, kako kućanskih, tako i industrijskih koji pomažu u unapređenju kvalitete života i potiču gospodarski rast i razvitak cijelog ekosustava. Zbog toga se svaka industrija, od zdravstvene skrbi do proizvodnje, od prometa do potrošačkih proizvoda, suočava s potencijalnim promjenama koje donosi IoT. Stoga je važno shvatiti i vrednovati dubok utjecaj koji ove tehnologije imaju na naš svakodnevni život i poslovne modele.

Kroz ovaj rad, pažljivo je pristupljeno istraživanju postavljenih ciljeva. Namjera je bila duboko sagledati ulogu i potencijal tehnologije Interneta stvari u kontekstu digitalne transformacije poslovanja.

U početnom dijelu rada pažljivo je analizirana presudna uloga koju digitalna transformacija igra u suvremenom poslovnom okruženju. Počevši s definiranjem digitalne transformacije, istražene su njene ključne prednosti, kao što su poboljšana učinkovitost, veća konkurentnost i mogućnost pružanja personaliziranih korisničkih iskustava. Međutim, prepoznati su i izazovi s kojima se suočavaju poduzeća, uključujući otpor promjeni, potrebu za kontinuiranim učenjem i prilagodbom i izazove koje donosi integracija novih tehnologija.

Slijedeći ovu temeljnu analizu, rad je fokusiran na IoT tehnologiju kao ključni pokretač digitalne transformacije. Istraženo je kako IoT može dodatno naglasiti prednosti digitalne transformacije, omogućavajući poduzećima prikupljanje i analizu podatka u stvarnom vremenu, poboljšanje operativne učinkovitosti i stvaranje novih poslovnih modela. Uz to, pažljivo su razmotreni izazovi specifični za IoT u kontekstu digitalne transformacije, naglašavajući pitanja sigurnosti, privatnosti i interoperabilnosti. Ovaj rad pruža dublje razumijevanje o tome kako digitalna transformacija i IoT rade ruku pod ruku kako bi oblikovali nove paradigme u poslovnom svijetu.

Nakon teorijskog okvira, rad ulazi u stvarni svijet primjene kroz studije slučaja, analizirajući uspješnost IoT projekata u sklopu digitalne transformacije. Ovi konkretni primjeri omogućuju

bolje razumijevanje i prepoznavanje praktičnih aspekata implementacije tehnologija i strategija koje smo prethodno raspravljali.

Kroz detaljnu analizu primjera primjene IoT-a u kontekstu pametnih prometnih sustava i koncepata pametnih otoka i kuća, jasno je kako IoT ima moć optimizirati, redefinirati i inovirati tradicionalne poslovne modele i zajednice. S jedne strane, ovakvi sustavi donose bezbroj prednosti, poput veće energetske učinkovitosti, smanjenja troškova, boljeg iskustva korisnika i smanjenja ugljičnog otiska. Kroz analizu rezultata provedenog istraživanja može se zaključiti kako IoT i digitalna transformacija pozitivno utječu na razvoj i unapređenje standarda života, donoseći inovacije koje čine svakodnevicu jednostavnijom i kvalitetnijom. Model korišten za analizu uspješnosti projekata pokazao se kao pouzdan i kvalitetan, pružajući duboki uvid u dobro izvedene segmente projekta te identificirajući područja koja zahtijevaju unapređenje.

Međutim, kao što je naglašeno u prethodnim poglavljima, ne možemo zanemariti izazove koji prate ovu tehnološku renesansu. Od pitanja sigurnosti i privatnosti, preko ekonomskih izazova povezanih s početnim ulaganjima i održavanjem, do organizacijskih i kulturoloških prepreka koje proizlaze iz potrebe za prilagodbom starog načina razmišljanja novoj stvarnosti. Međutim, izazovi su uvijek bili sastavni dio inovacija i njihovo uspješno svladavanje donosi mnoge koristi. Povijest nas uči da ona poduzeća i društva koja su spremna suočiti se s tim izazovima, prilagoditi se i učiti, postaju lideri u svojim industrijama i prostorima na kojima se nalaze. U kontekstu IoT-a, ovo znači ulaganje u obuku, istraživanje, razvoj, ali i etičke prakse koje će osigurati održivost i sigurnost u digitalnom svijetu.

Studija slučaja posjeduje jasno postavljene ciljeve s naglaskom na potencijale koje IoT nudi, posebice u domeni pametnih otoka i prometa. Primarni cilj je produbiti razumijevanje o načinima primjene IoT-a, kao ključne komponente digitalne transformacije, unutar navedenih konteksta. Studija analizira evoluciju određenih projekata, njihove izazove, strategije i konačne rezultate, pružajući uvide u najbolje prakse i lekcije za buduće inicijative. Studija slučaja odražava svjetske prakse, s obzirom na to da su slične inicijative prisutne globalno, a primijenjene tehnologije i alati su univerzalno priznati i primijenjeni širom svijeta. Uz to, istraživanje se fokusira na shvaćanje utjecaja ovakvih inicijativa na različite dionike. Interes se ne odnosi samo na direktne korisnike, već i na širu zajednicu. Proučavanjem pitanja poput utjecaja pametnih otoka na kvalitetu života ili doprinosa pametnog transporta ekologiji, naglašavaju se metode kojima IoT može rješavati društvene izazove.

Sve uzevši u obzir, rezultati studije slučaja pružaju dubinsko razumijevanje o implementaciji i utjecaju IoT projekata. Očekuje se da će ova studija slučaja obogatiti raspravu o ulozi IoT-a u kreiranju budućnosti urbanizacije i mobilnosti, dok ujedno nudi smjernice i preporuke za buduće istraživanje i razvoj u ovom području.

Gledajući prema budućnosti, dok poduzeća i cjelokupna zajednica sve više prihvaćaju IoT i integriraju ga u svoje poslovne modele i svakodnevnicu, bitno je razmišljati ne samo o tehnološkim aspektima, već i o ljudskom faktoru. To znači razumijevanje potreba i očekivanja krajnjih korisnika, kreiranje transparentnih i sigurnih protokola, te stvaranje okruženja koje potiče inovacije. Samo uz te sve potrebne akcije će se stvoriti održiv i stabilan ekosustav.

U konačnici, ovaj rad nudi sveobuhvatno razumijevanje uloge i potencijala IoT-a u digitalnoj transformaciji poslovanja. Pruža čitateljima jasan uvid u teoretske i praktične aspekte teme, ističući kako se tehnologija i poslovne strategije mogu kombinirati s ciljem postizanja istinske inovacije i transformacije. Dok se svijet oko nas brzo mijenja pod utjecajem IoT-a, ključ uspjeha leži u našoj sposobnosti da se prilagodimo, da budemo otporni na izazove i da prepoznamo prilike koje se pojavljuju. Digitalna transformacija s IoT-om nije samo tehnički pothvat; to je putovanje koje zahtijeva viziju, strateško planiranje i neprekidnu posvećenost izvrsnosti.

LITERATURA

1. Almirall, E., Wareham, J. i Ratti, C. (2012), *Smart cities at the forefront of the future Internet*, The Future Internet Assembly, 6656, 447-462, DOI: 10.1007/978-3-642-20898-0_31
2. AmCham (2023), *Digitalna transformacija zdravstva*, Američka gospodarska komora u Hrvatskoj, preuzeto 17. srpnja 2023. s: https://www.amcham.hr/storage/upload/doc_library/digitalna_transformacija_zdravstva_12283.pdf
3. Arbanas K., Spremić M. i Zajdela Hrustek N. (2021), *Holistic framework for evaluating and improving information security culture*, *Aslib Journal of Information Management*, Vol. 73 No. 5, pp. 699-719, Emerald Publishing
4. BCG (2017), *Building the Digital Car Company of the Future*, dostupno na: <https://www.bcg.com/publications/2017/automotive-digital-transformation-building-digital-car-company-future>, pristupljeno: 24. lipnja 2023.
5. Benyon D., Quigley A., O'Keefe B. i Riva G. (2013), *Presence and Digital Tourism*, *AI & Soc*, 29, 521–529
6. Berman, S.J. (2012), *Digital Transformation: Opportunities to Create New Business Models*, *Strategy & Leadership*, 40, 16-24, DOI: 10.1108/10878571211209314
7. Berman, S.J. i Bell, R. (2011), *Digital transformation: Creating new business models where digital meets physical*, IBM Institute for Business Value
8. Berman, S. J. i Marshall, A. (2014), *The next digital transformation: from an individual-centered to an everyone-to-everyone economy*, *Strategy & Leadership*, 42(5), 9-17, DOI: 10.1108/SL-07-2014-0048
9. Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A. i Venkatraman, N. V. (2013), *Digital business strategy: toward a next generation of insights*, *MIS quarterly*, 37(2), 471-482
10. Boban, M. i Weber, M. (2018), *Internet of Things, legal and regulatory framework in digital transformation from smart to intelligent cities*, u: 41st International Convention

on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO 2018.)

11. Bogoje, I. (2021), *Digitalna transformacija u turizmu – poslovni slučaj tržišta kratkoročnog najma smještaja*, poslijediplomski specijalistički rad, Ekonomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu
12. Borgia, E. (2014), *The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues*, Computer Communications, 54, 1-31, DOI: 10.1016/j.comcom.2014.09.008
13. Bughin, J., Hazan, E., Ramaswamy, S., Chui, M., Allas, T., Dahlström, P., Henke, N. i Trench, M. (2017), *Artificial intelligence: The next digital frontier?*, McKinsey Global Institute
14. Bughin, J. i Zeebroeck, N. V. (2017), *The best response to digital disruption*, MIT Sloan Management Review, 58(4), 80-86
15. Celic, L. i Magjarevic, R. (2020), *Seamless connectivity architecture and methods for IoT and wearable devices*, Automatika, 61 (1), 21-34, DOI: 10.1080/00051144.2019.1660036
16. Chui, M., Löffler, M. i Roberts, R. (2010), *The internet of things*, McKinsey Quarterly, 2(2010), 1-9
17. Crnjac Milić, D., Hartmann Tolić, I. i Peko, M. (2020), *Internet of things (iot) solutions in smart transportation management*, u: Dujak, D. (ur.) The 20th International Scientific Conference Business logistics in modern management – proceedings
18. Crnojevac I.H., Gugić J. i Karlovčan S. (2010), *eTourism: A Comparison of Online and Offline Bookings and the Importance of Hotel Attributes*, JIOS, 34 (1), 41-54
19. Deloitte (2021), *Digital transformation in healthcare*, dostupno na: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/health-care/digital-transformation-in-healthcare.html>, pristupljeno: 26. lipnja 2023.
20. Dobrilović, D., Malić, M. i Malić, D. (2019), *Learning Platform for Smart City Application Development*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, 17 (3-A), 430-437, DOI: 10.7906/indecs.17.3.1

21. Dorsey, E.R. i Topol, E.J. (2016), *State of Telehealth*, New England Journal of Medicine, 375, 154-161
22. Gelo, D. (2021), *Internet of Things (IoT) – Izazovi i mogućnosti cyber sigurnosti povezane s IoT-om*, specijalistički diplomski stručni rad, Visoko učilište Algebra
23. Hanes, D., Salgueiro, G., Grossetete, P., Barton, R. i Henry, J. (2017), *IoT Fundamentals: Networking, Technologies, Protocols and Use Cases for the Internet of Things*, Cisco Press
24. Henama, U.S. (2018), *Disruptive Entrepreneurship using Airbnb: The South African Experience*, African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure, 7 (1), 1-16
25. Herbert, L. (2017), *Digital Transformation: Build Your Organization's Future for the Innovation Age*, 1st edition, Bloomsbury Business
26. Horvat, L. i Rakić, H. (2022), *Primjena Interneta stvari za upravljanje centralnim grijanjem u kućanstvu*, Polytechnic and design, 10 (2), 128-137, DOI: 10.19279/TVZ.PD.2022-10-2-07
27. Ivančić, L., Bosilj Vukšić, V. i Spremić, M. (2019), *Mastering the Digital Transformation Process: Business Practices and Lessons Learned*, Tehnology Innovation Management Review, 9(2), 36-50, DOI: 10.22215/timreview/1217
28. Jajić, I., Spremić, M. i Miloloža, I. (2022), *Behavioural Intention Determinants of Augmented Reality Technology Adoption in Supermarkets/Hypermarkets*, International Journal of E-Services and Mobile Applications, Volume 14, Issue 1, 14 (2022), 1; 1-22; DOI: 10.4018/IJESMA.289632
29. Jones, C., Levy, D. i Hadden, R. (2020), *The role of digitalization in driving the transition to a circular economy*, Environmental Science & Technology, 54(13), 7674-7682
30. Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D. i Buckley, N. (2015), *Strategy, not technology, drives digital transformation*, MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press
31. Keesara, S., Jonas, A. i Schulman, K. (2020), *Covid-19 and Health Care's Digital Revolution*, New England Journal of Medicine, 382, e82

32. Link Labs (2015), *What You Need To Know About Smart Buildings: An Overview*, dostupno na: <https://www.link-labs.com/blog/smart-building-overview>, pristupljeno: 16. srpnja 2023.
33. Manfreda, A. (2018), *New Business Models – From Business Process Redesign To The Digital Transformation*, CroDiM, 1 (1), 69-79, preuzeto 10. lipnja 2023. s <https://hrcak.srce.hr/234454>
34. Marušić, Z., Aleksić, A., Pejić Bach, M., Omazić, M. A. i Zoroja, J. (2019), *Determinants of innovation in hotel and travel agency service industry: impact of information and communication technologies and enterprise readiness*, *Interdisciplinary Description of Complex Systems: INDECS*, 17 (1-B), 209-225
35. Matt, C., Hess, T. i Benlian, A. (2015), *Digital transformation strategies*, *Business & Information Systems Engineering*, 57(5), 339-343
36. McKinsey (2018), *The road to 2020 and beyond: What's driving the global automotive industry?*, dostupno na: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-road-to-2020-and-beyond-whats-driving-the-global-automotive-industry>, pristupljeno: 26. lipnja 2023.
37. McKinsey (2020), *How COVID-19 has pushed companies over the technology tipping point—and transformed business forever*, dostupno na: <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/how-covid-19-has-pushed-companies-over-the-technology-tipping-point-and-transformed-business-forever>, pristupljeno: 26. lipnja 2023.
38. McKinsey (2022), *What is the Internet of Things?*, dostupno na: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-the-internet-of-things>, pristupljeno: 30. lipnja 2023.
39. Menachemi, N. i Collum, T.H. (2011), *Benefits and drawbacks of electronic health record systems*, *Risk Management and Healthcare Policy*, 4, 47-55
40. Mijač, M., Andročec, D. i Picek, R. (2017), *Smart City Services Driven by IoT: A Systematic Review*, *Journal of Economic and Social Development*, 4 (2), 41-50

41. Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F. i Chlamtac, I. (2012), *Internet of things: Vision, applications and research challenges*, Ad Hoc Networks, 10(7), 1497-1516, DOI: 10.1016/j.adhoc.2012.02.016
42. Nikitas, A., Njoya, E. T. i Dani, S. (2020), *How Can Transport Be More Sustainable? Delivering Sustainable Transport Policies via Data Democratization*, Sustainability, 12(2), 576
43. Ninčević Pašalić, I., Ćukušić, M., Golem, S. i Jašić, T. (2023), *Information Systems and Technologies for Green Public Transportation*, u: Yilmaz, Z., Golem, S. & Costescu, S. (ur.) *Handbook of Research on Promoting Sustainable Public Transportation Strategies in Urban Environments*, Hershey, PA, IGI Global, str. 68-97, DOI: 10.4018/978-1-6684-5996-6.ch004
44. Pedroza, C., Fournier, N., Parra, M., Gontijo, L. M., Gomes, A., Araújo, R. i Guse, J. C. (2020), *A systematic literature review on machine learning applications for sustainable agriculture supply chain performance*, Computers and Electronics in Agriculture, 170, 105256
45. Perera, C., Liu, C. H. i Jayawardena, S. (2017), *The emerging Internet of Things marketplace from an industrial perspective: A survey*, IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, 3(4), 585-598, DOI: 10.1109/TETC.2015.2390034
46. Rathore, M. M., Ahmad, A., Paul, A. i Rho, S. (2016), *Urban planning and building smart cities based on the Internet of Things using Big Data analytics*, Computer Networks, 101, 63-80, DOI: 10.1016/j.comnet.2015.12.023
47. Rogers, D. (2016), *The Digital Transformation Playbook: Rethink Your Business for the Digital Age*, Columbia Business School Publishing
48. Savastano, M., Zentner, H., Spremić, M. i Cucari, N. (2022), *Assessing the relationship between digital transformation and sustainable business excellence in a turbulent scenario*, Total Quality Management & Business Excellence, DOI: 10.1080/14783363.2022.2063717
49. Schmidt, O., Hawkes, A., Gambhir, A. i Staffell, I. (2018), *The future cost of electrical energy storage based on experience rates*, Nature Energy, 6(8), 17110

50. Schwab, K. (2016), *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*, World Economic Forum, dostupno na: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>, pristupljeno: 25. lipnja 2023.
51. Sebastian, I., Ross, J., Beath, C., Mocker, M., Moloney, K. i Fonstad, N. (2017), *How Big Old Companies Navigate Digital Transformation*, MIS Quarterly Executive, dostupno na: <https://core.ac.uk/download/pdf/132606601.pdf>
52. Slišković, T. i Vrhovec, I. (2020), *Realizacija projekata baziranih na konceptu „pametnih“ gradova u Hrvatskoj s osvrtom na grad Jastrebarsko*, Notitia, DOI: 10.32676/n.6.1.6
53. Spremić, M. (2017a), *Digitalna transformacija poslovanja*, Zagreb: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
54. Spremić, M. (2017b), *Governing digital technology – how Mature IT Governance can help in Digital Transformation?*, International Journal of Economics and Management Systems, 2, 214-223
55. Spremić, M., Ivančić, L. i Bosilj Vukšić, V. (2020), *Fostering Innovation and Value Creation Through Ecosystems: Case of Digital Business Models and Digital Platforms*, u: Spremić, M., Ivančić, L. i Bosilj Vukšić, V. (2020), *Leadership, Management, and Adoption Techniques for Digital Service Innovation* (str. 25-44), DOI: 10.4018/978-1-7998-2799-3.ch002
56. Stankovic, J. A. (2014), *Research directions for the Internet of Things*, IEEE Internet of Things Journal, 1(1), 3-9, DOI: 10.1109/JIOT.2014.2312291
57. Statista (2022), *Number of Internet of Things (IoT) connected devices worldwide from 2019 to 2021, with forecasts from 2022 to 2030*, preuzeto 2.7. 2023. s: <https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/>
58. Suša Vugec, D., Spremic, M. i Pejic Bach. M (2017), *IT governance adoption in banking and insurance sector: longitudinal case study of COBIT use*, International Journal for Quality Research, 11(3), 691–716

59. Suša Vugec, D., Spremić, M. i Bach, M. P. (2018), *Integrating Digital Transformation Strategies into Firms: Values, Routes and Best Practice Examples*, Management and Technological Challenges in the Digital Age, CRC Press, 119-140
60. Šker, I. i Floričić, T. (2019), *Living Lab - Intelligent Innovation Support for Tourism Development*, Proceedings of the ENTRENOVA - ENTERPRISE RESEARCH INNOVATION Conference (Online), 5 (1), 232-241
61. Thakare, V., Khire, G. i Kumbhar, M. (2022), *Artificial Intelligence (AI) And Internet of Things (IoT) In Healthcare: Opportunities and Challenges*, ECS Transactions, 107, 1, DOI: 10.1149/10701.7941ecst
62. Thakkar, M. i Davis, D.C. (2006), *Risks, barriers, and benefits of EHR systems: a comparative study based on size of hospital*, Perspectives in Health Information Management, 3, 5
63. Tomičić Pupek, K., Pihir, I. i Tomičić Furjan, M. (2019), *Smart city initiatives in the context of digital transformation – Scope, services and technologies*, Management, 24 (1), 39-54, DOI: 10.30924/mjcmi.24.1.3
64. Tondo Smart Ltd. (2023), *The Business Case for Smart Street Lighting as the Smart City Network*, preuzeto 13. srpnja 2023. s: <https://tondo-iot.com/wp-content/uploads/2023/01/The-Business-Case-for-Smart-Street-Lighting-as-the-Smart-City-Network.pdf>
65. Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi Dong, J., Fabian, N. i Haenlein, M. (2019), *Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda*, Journal of Business Research, 122, 889-901
66. Wessel, L., Baiyere, A., Ologeanu-Taddei, R., Cha, J. i Blegind-Jensen, T. (2021), *Unpacking the difference between digital transformation and IT-enabled organizational transformation*, Journal of the Association for Information Systems, 22 (1), 102-129, DOI: 10.17705/1jais.00655
67. Westerman, G., Bonnet, D. i McAfee, A. (2014), *Leading digital: Turning technology into business transformation*, Harvard Business Press

68. Westerman, G., Calm ejane, C., Bonnet, D., Ferraris, P. i McAfee, A. (2011), *Digital Transformation: A Roadmap for Billion-Dollar Organizations*, MIT Center for Digital Business and Capgemini Consulting
69. Zentner, H. i Spremi , M. (2021), *Typology of Digital Business Models in Tourism*, International Journal of E-Services and Mobile Applications, Volume 13, Issue 2, April-June 2021, pp. 21-42
70. Zentner, H., Spremi , M. i Zentner, R. (2022), *Effect of Management’s Competencies and Digital Skills on Digital Business Model Maturity for SMEs*, Interdisciplinary Description of Complex Systems 20(5), 514-532, 2022, DOI: 10.7906/indecs.20.5.2, <https://hrcak.srce.hr/file/411253>
71. Zentner, H., Spremić, M. i Zentner, R. (2021), *Measuring Digital Business Models Maturity for SMEs*, IEEE TEMESCON Technology & Engineering Management Conference – Europe, 2021
72.  oldin, V. (2017), *Bežične komunikacijske tehnologije za okruženje pametnog grada*, završni rad, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

POPIS SLIKA

Slika 1. Faze digitalne transformacije.....	9
Slika 2. Broj IoT uređaja u milijardama	39
Slika 3. IoTWF referentni model IoT-a.....	43
Slika 4. Pojednostavljeni poslovni model projekta Insulae za otok Unije.....	67
Slika 5. Integrirani sustav projekta Insulae	68
Slika 6. Isječak javnog sučelja platforme	69
Slika 7. Isječak sučelja platforme koje je vidljivo pojedinom korisniku	69

POPIS TABLICA

Tablica I. Upitnik uspješnosti projekta CEKOM Connected Traffic	70
Tablica II. Upitnik uspješnosti projekta Insulae h2020.....	74

ŽIVOTOPIS

Ime i prezime: Marko Pobi

Kućna adresa: Antuna Stipančića 3, 10000, Zagreb, Hrvatska

E-adresa: mpobi6@gmail.com

Telefonski broj: (+385) 911859152

Spol: Muško

Datum rođenja: 25/03/1996

Državljanstvo: hrvatsko

RADNO ISKUSTVO

Inženjer za razvoj softvera

Ericsson Nikola Tesla d.d. [01/10/2019 – Trenutačno]

Mjesto: Zagreb, Hrvatska

Inženjer za razvoj softvera - student

Ericsson Nikola Tesla d.d. [01/05/2019 – 01/10/2020]

Mjesto: Zagreb, Hrvatska

IT staff - Ultra Europe 2018

Supranet [02/07/2018 – 11/07/2018]

Adresa: Majstorska 5, 10000 Zagreb (Hrvatska)

Operater u ekspresnoj dostavi

Hrvatska pošta d.d. [24/08/2017 – 02/10/2017]

Adresa: Jurišićeva 13, 10000 Zagreb (Hrvatska)

IT tehničar u help desku

Hrvatska pošta d.d. [21/08/2016 – 01/10/2016]

Adresa: Jurišićeva 13, 10000 Zagreb (Hrvatska)

OBRAZOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE

Sveučilišni specijalist ekonomije - MBA

Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu [25/02/2022 – Trenutačno]

Adresa: Trg J.F. Kennedyja 6, 10000 Zagreb (Hrvatska)

Studij: Poslovno upravljanje – MBA

Oracle Certified Associate, Java SE 8 Programmer

Oracle [26/10/2020]

Magistar inženjer informacijske i komunikacijske tehnologije

Fakultet elektrotehnike i računarstva [01/10/2017 – 09/07/2019]

Adresa: Unska 3, 10000 Zagreb (Hrvatska)

Smjer: Informacijska i komunikacijska tehnologija

Inženjer računarstva

Fakultet elektrotehnike i računarstva [01/10/2014 – 30/09/2017]

Adresa: Unska 3, 10000 Zagreb (Hrvatska)

Smjer: Računarstvo

Prirodoslovno-matematička gimnazija

X. gimnazija "Ivan Supek" [01/09/2010 – 15/05/2014]

Adresa: Klaićeva 7, 10000 Zagreb (Hrvatska)

JEZIČNE VJEŠTINE

Materinski jezik/jezici: **hrvatski**

Drugi jezici:

engleski

SLUŠANJE C1 ČITANJE C1 PISANJE C1

GOVORNA PRODUKCIJA B2 GOVORNA INTERAKCIJA B2

njemački

SLUŠANJE A2 ČITANJE A2 PISANJE A2

GOVORNA PRODUKCIJA A1 GOVORNA INTERAKCIJA A1

VOZAČKA DOZVOLA

Vozačka dozvola: AM

Vozačka dozvola: B