

Digitalna transformacija unutar djelatnosti: Specifičnosti područja građevinarstva

Pleškov, Matej

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics and Business in Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:145:136898>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-02**



Repository / Repozitorij:

[EFOS REPOSITORY - Repository of the Faculty of Economics in Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera

Ekonomski fakultet u Osijeku

Sveučilišni prijediplomski studij Ekonomija i poslovna ekonomija

Matej Pleškov

**Digitalna transformacija unutar djelatnosti: Specifičnosti
područja građevinarstva**

Završni rad

Osijek, 2024

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Ekonomski fakultet u Osijeku

Sveučilišni prijediplomski studij Ekonomija i poslovna ekonomija

Matej Pleškov

**Digitalna transformacija unutar djelatnosti: Specifičnosti
područja građevinarstva**

Završni rad

Kolegij: E - poslovanje

JMBAG: 0010227317

e-mail: mpleskov@efos.hr

Mentor: Prof.dr.sc. Antun Biloš

Osijek, 2024

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Faculty of Economics and Business in Osijek

University Undergraduate Study Programme Economics and Business


Matej Pleškov

**Digital Transformation Within Industries: Specificities of the
Construction Sector**

Final paper

Osijek, 2024

IZJAVA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI,
PRAVU PRIJENOSA INTELEKTUALNOG VLASNIŠTVA,
SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA
I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni (navesti vrstu rada: završni/diplomski/specijalistički/doktorski) rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na vlastitim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.
2. Kojom izjavljujem da je Ekonomski fakultet u Osijeku, bez naknade u vremenski i teritorijalno neograničenom opsegu, nositelj svih prava intelektualnoga vlasništva u odnosu na navedeni rad pod licencom *Creative Commons Imenovanje – Nekomercijalno – Dijeli pod istim uvjetima 3.0 Hrvatska*. 
3. Kojom izjavljujem da sam suglasan/suglasna trajnom pohranjivanju i objavljivanju mog rada u Institucijskom digitalnom repozitoriju Ekonomskoga fakulteta u Osijeku, Repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom Repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti, NN 119/2022).
4. Izjavljujem da sam autor/autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan s dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

Ime i prezime studenta/studentice: Matej Pleškov

JMBAG: 0010227317

OIB: 38640977283

e-mail za kontakt: mpleskov@efos.hr

Naziv studija: Sveučilišni prijediplomski studij Ekonomija i poslovna ekonomija

Naslov rada: Digitalna transformacija unutar djelatnosti: Specifičnosti područja građevinarstva

Mentor/mentorica rada: Prof.dr.sc. Antun Biloš

U Osijeku, 20.09.2024. godine

Potpis _____



Digitalna transformacija unutar djelatnosti: Specifičnosti područja građevinarstva

SAŽETAK

Svrha rada je istražiti proces digitalne transformacije u građevinskoj industriji, s naglaskom na primjenu različitih digitalnih alata i tehnologija kao što su BIM, GIS i CAD. Također cilj rada je analizirati specifičnosti digitalne transformacije unutar građevinske industrije, te identificirati ključne prednosti i izazove s kojima se tvrtke suočavaju u ovom procesu. Teorijska podloga rada obuhvaća pregled tehnologija i metoda koje potiču digitalnu transformaciju u građevinskom sektoru, kao i povijesni razvoj tehnologija. Praktični dio rada opisuje primjenu aplikacije Insidico kao primjera alata za praćenje poslovanja u građevinskim projektima. Kao rezultat ovog rada zaključeno je da digitalna transformacija može značajno povećati učinkovitost, poboljšati suradnju među dionicima i smanjiti troškove projekata. BIM sustavi omogućuju sveobuhvatan pristup planiranju i upravljanju projektima, GIS alati pružaju duboke uvide u prostorne podatke. Aplikacija Insidico se istaknula kao vrlo koristan alat za praćenje poslovanja, upravljanje troškovima i resursima. Rasprava ističe tehničke, ljudske i sigurnosne izazove koji prate digitalnu transformaciju. Unatoč tim izazovima, prednosti digitalne transformacije daleko nadmašuju poteškoće. Zaključak rada naglašava da, uz strateško planiranje i kontinuirano ulaganje u obuku zaposlenika, građevinske tvrtke mogu uspješno prevladati prepreke i ostvariti puni potencijal digitalnih tehnologija. Rad je koristan za stručnjake u građevinskoj industriji, menadžere projekata i sve one koji se bave implementacijom digitalnih tehnologija u poslovne procese.

Ključne riječi: digitalna transformacija, BIM, GIS, CAD, Insidico, Građevinska industrija

Digital Transformation Within Industries: Specificities of the Construction Sector

ABSTRACT

The purpose of this paper is to explore the process of digital transformation in the construction sector, with a focus on the application of various digital tools and technologies such as BIM, GIS, and CAD. The aim of the paper is also to analyze the specifics of digital transformation within the construction sector and identify the key advantages and challenges that companies face in this process. The theoretical framework of the paper includes an overview of the technologies and methods that drive digital transformation in the construction sector, as well as the historical development of these technologies. The practical part of the paper describes the application of the Insidico tool as an example of a business tracking tool in construction projects. As a result of this paper, it is concluded that digital transformation can significantly increase efficiency, improve stakeholder collaboration, and reduce project costs. BIM systems provide a comprehensive approach to project planning and management, and GIS tools offer deep insights into spatial data. The Insidico application has proven to be a very useful tool for business tracking, cost management, and resource management. The discussion highlights the technical, human, and security challenges that accompany digital transformation. Despite these challenges, the benefits of digital transformation far outweigh the difficulties. The conclusion of the paper emphasizes that, with strategic planning and continuous investment in employee training, construction companies can successfully overcome obstacles and realize the full potential of digital technologies. The paper is useful for professionals in the construction industry, project managers, and anyone involved in implementing digital technologies in business processes.

Keywords: digital transformation, BIM, GIS, CAD, Insidico, Construction sector

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. Uvod..... | 1 |
| 2. Digitalna transformacija..... | 3 |
| 2.1. Definicija digitalne transformacije | 3 |
| 2.2. Povijesni pregled digitalizacije u građevinskoj industriji..... | 4 |
| 3. Građevinska industrija | 4 |
| 3.1. Sudionici unutar lanca građevinske industrije..... | 5 |
| 4. Tehnologije i metode digitalne transformacije u građevinskoj industriji | 7 |
| 4.1. Računalno potpomognuto projektiranje (CAD)..... | 8 |
| 4.1.1. Primjena računalno potpomognutog projektiranja (CAD-a)..... | 8 |
| 4.1.2. Prednosti i nedostaci primjene CAD-a..... | 8 |
| 4.1.2.1. Prednosti primjene CAD-a | 8 |
| 4.1.2.2. Nedostaci primjene CAD-a | 9 |
| 4.2. Sustav za informacijsko modeliranje zgrada (BIM)..... | 9 |
| 4.2.1. Primjena sustava za informacijsko modeliranje zgrada (BIM-a)..... | 10 |
| 4.2.2. Prednosti i nedostaci primjene BIM-a..... | 12 |
| 4.2.2.1. Prednosti primjene BIM-a | 12 |
| 4.2.2.2. Nedostaci primjene BIM-a | 13 |
| 4.3. Geografski informacijski sustavi (GIS)..... | 14 |
| 4.3.1. Primjena Geografskih informacijskih sustava (GIS)..... | 16 |
| 4.3.2. Prednosti i nedostaci primjene GIS-a..... | 17 |
| 4.3.2.1. Prednosti primjene GIS-a | 17 |
| 4.3.2.2. Nedostaci primjene GIS-a | 18 |
| 5. Primjena alata za praćenje poslovanja na primjeru aplikacije Insidico | 19 |
| 5.1. Obilježja Insidico aplikacije | 19 |
| 5.1.1.1. Modul gradilišta | 19 |
| 5.1.1.2. Modul zaposlenici | 21 |
| 5.1.1.3. Modul vozila i strojevi | 21 |
| 5.1.1.4. Modul kooperanti | 22 |
| 5.1.1.5. Modul financije gradilišta | 23 |
| 5.2. Integracija aplikacije Insidico u građevinske tvrtke..... | 24 |
| 5.3. Prednosti i nedostaci aplikacije Insidico | 24 |
| 6. Izazovi digitalne transformacije u građevinskoj industriji..... | 26 |

| | |
|---|----|
| 6.1. Tehnički izazovi | 26 |
| 6.2. Ljudski resursi i otpor promjenama | 27 |
| 6.3. Sigurnosna pitanja | 27 |
| 7. Zaključak..... | 28 |
| LITERATURA..... | 30 |
| POPIS SLIKA | 33 |
| POPIS TABLICA..... | 33 |

1. Uvod

Građevinska industrija jedna je od glavnih pokretača razvoja kako suvremenog gospodarstva, tako i gospodarstava kroz povijest. Njezin razvoj prati razvoj tehnologije čija su dostignuća implementirana u svaki dio građevinske industrije što se može uočiti u glavnim prekretnicama moderne povijesti poput 1. i 2. industrijske revolucije i uvođenja parnog stroja, te energenata poput nafte i struje u svaku granu građevinske industrije. Internet i razmjena podataka kao jedno od glavnih modernih tehnoloških dostignuća pokrenuli su ubrzani razvoj građevine te se postavljaju pitanja kako pravilno primijeniti digitalne alate u poslovanje građevinskih tvrtki.

Pokrenuti su procesi u kojima se mijenja tradicionalni način praćenja poslovnih rezultata, organizacije rada, razmjene informacija, prikupljanja i analize podataka. Svi navedeni procesi su uključivali tradicionalno praćenje putem papira i olovke ili u modernijoj inačici putem tablica, ali u modernom dobu u kojem svaka tvrtka pokušava povećati svoju konkurentnost, smanjiti svoje rashode i povećati profit poslovanja potrebno je kontinuirano ulagati u moderne digitalne alate. Takav proces naziva se digitalna transformacija.

Građevinske tvrtke sve više prepoznaju važnost ulaganja u digitalne alate i tehnologije kao što su sustav za informacijsko modeliranje zgrada (BIM), geografski informacijski sustavi (GIS), sustavi za planiranje resursa poduzeća (ERP) i sustavi za praćenje poslovanja i analitiku podataka. Digitalna transformacija omogućava bolje upravljanje projektima, poboljšava suradnju između sudionika, smanjuje rizike i podiže kvalitetu izvedbe. Međutim, ovaj proces također donosi izazove, uključujući otpor promjenama, nedostatak stručnjaka za digitalne tehnologije i pitanja sigurnosti podataka.

Predmet ovog završnog rada je analiza specifičnosti digitalne transformacije unutar građevinske industrije. Cilj završnog rada je istražiti koje su sve pretpostavke za uspješnu digitalnu transformaciju građevinske industrije, kako digitalna transformacija utječe na samu građevinsku industriju, koje tehnologije i metode se koriste te koje su prednosti i izazovi povezani s digitalnom transformacijom. U okvirima ovog rada govorit će se o teoriji digitalne transformacije, o vrstama digitalnih alata te o njihovim prednostima i nedostacima, kako ti alati i tehnologije utječu na radnu učinkovitost i uspjeh građevinskih projekata, ali i poslovanja u cijelosti.

Unutar praktičnog dijela rada posebna pažnju posvetit će se digitalnom alatu pod nazivom Insidico, analizirat će se obilježja aplikacije, opisati proces integracije aplikacije u poslovanje te prednosti i nedostatke same aplikacije.

Kroz ovaj rad nastojat će se dati uvid u teorijski i povijesni pregled digitalne transformacije, podijele građevinske industrije, prikazat će se često korišteni alati uz analizu njihovih prednosti i nedostataka, te u konačnici dati primjer ispravne primjene digitalne transformacije te zaključak o tome kakav utjecaj digitalna transformacija ima i treba li se poboljšati u budućnosti.

2. Digitalna transformacija

Digitalna transformacija kako smatra Naji i dr. (2024) predstavlja jedan od najvažnijih procesa u modernizaciji poslovanja. Ona obuhvaća sve aspekte poslovanja kroz primjenu modernih alata i tehnologija. Proces digitalne transformacije ne uključuje samo implementaciju tehnoloških rješenja, već i promjenu same organizacijske strukture, poslovne kulture, kreiranje novih poslovnih modela te izmjene načina rada. Takav proces omogućuje tvrtkama da postanu agilnija, konkurentnija na tržištu i inovativnija. Prema Oreškoviću (2019) u građevinskoj industriji, digitalna transformacija ima poseban značaj zbog potrebe za visokom preciznosti u procesu planiranja, upravljanja resursima i koordinaciji velikog broja sudionika u projektima.

2.1. Definicija digitalne transformacije

Digitalna transformacija je proces integracije digitalne tehnologije i digitalnih alata u sve aspekte poslovanja, što rezultira radikalnim promjenama u poslovanju. Naji i dr. (2024:2) definiraju digitalnu transformaciju kao „proces koji integrira tehnologije za informiranje, pohranu, komunikaciju i umrežavanje kako bi revolucionirala usluge zamjenom ručnih postupaka digitalnima ili nadogradnjom zastarjelih digitalnih tehnologija na novije verzije“.

Jensson (2017) smatra kako proces digitalne transformacije nije linearan već zahtjeva stalno prilagođavanje i promjene kako bi se zadovoljili rastući zahtjevi tržišta te kako bi se poslovanje prilagodilo stalnom tehnološkom napretku. U građevinskoj industriji, digitalna transformacija uključuje primjenu različitih digitalnih alata i tehnologija. Neki od ključnih alata su sustav za informacijsko modeliranje zgrada (BIM), geografsko informacijski sustav (GIS), sustav za planiranje resursa poduzeća (ERP) i sustav za praćenje poslovanja i analitiku podataka. Ovi sustavi će biti detaljno analizirani u nastavku ovog rada.

Moslemi (2023) u svom radu ističe kako transformacija poslovanja putem navedenog procesa donosi građevinskim tvrtkama mnogobrojne prednosti, ali ovaj proces također donosi izazove poput otpora promjenama od strane zaposlenih, nedostatka stručnjaka koji će na ispravan način implementirati procese u poduzeće, ali se također nameće pitanje sigurnosti podataka koji su od ključne važnosti za poslovanje svake tvrtke, te tvrtke moraju posebnu pažnju posvetiti da ti podaci budu poslovna tajna.

Naji i dr. (2024:3) također ističu to da različite tehnologije mogu imati svoj vlastiti set problema s usvajanjem, uobičajeni problemi uključuju nedostatak znanja i razumijevanja o tome kako

koristiti tehnologije, velika početna ulaganja, probleme s tehnologijom samom po sebi te pravne i ugovorne probleme pri korištenju tih tehnologija.

2.2. Povijesni pregled digitalizacije u građevinskoj industriji

Digitalna transformacija i digitalizacija građevinske industrije je proces koji je započeo prije nekoliko desetljeća. Kako navodi Puolitaival i dr. „prvi objavljeni članak je objavljen od strane Paulsona (1985). Članak je bio namijenjen poticanju napora za korištenjem naprednih proizvodnih tehnologija kao što su automatizacija i robotika u građevinskoj industriji. Članak je star više od 30 godina, ali je na tom području digitalna transformacija toliko malo napredovala da bi moglo zaključiti da je članak napisan danas.“ (Puolitaival i dr., 2018:8)

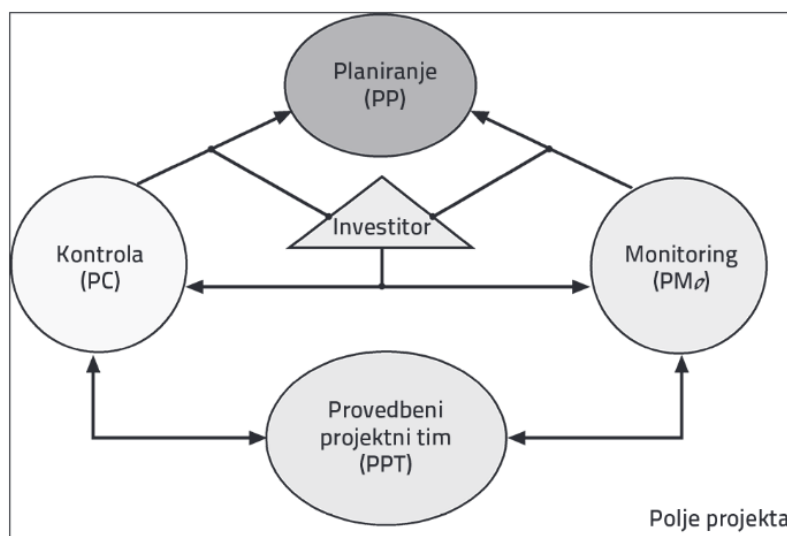
Nadalje, Poulitaival i sur. (2018) navode „vizualizacija je postala važnija početkom 2000-ih, kada je Koutamanis (2000) istraživao digitalnu arhitektonsku vizualizaciju, a Dunston i Wang (2005) pisali o sučelju za vizualizaciju koristeći proširenu i mješovitu stvarnost.“ iz čega se može uočiti da s krajem 20. stoljeća i početkom 21. stoljeća započinje proces razvoja softvera i alata za digitalnu vizualizaciju tj. prikaz građevina i projekata te odmak od korištenja papira za dizajniranje objekata. Kako Poulitaival i sur. (2018) navode takva istraživanja su dovela do razvoja softvera pod nazivom računalno potpomognuto projektiranje (CAD) koji su u primjeni poznatiji pod svojim akronimom koji dolazi od engleskog naziva *Computer-aided design*.

Naredni veliki iskorak u razvoju digitalnih alata prema Puolitaival i dr. (2018) je BIM (*engl. Building information modeling*), odnosno Informacijski model građevine „Prvi put se spominje 2007. godine od strane Scheversa i dr. (2007), zajedno s Huangom i suradnicima (2007), koji su umjesto toga koristili izraz "virtualni prototip". Sam termin BIM potječe iz razdoblja 2002-2003.“. BIM se i danas smatra jednim od najvećih tehnoloških dostignuća vezanih uz razvoj softvera specijaliziranog za potrebe digitalne izrade i vizualizacije građevinskih objekata.

3. Građevinska industrija

Građevinska industrija predstavlja jednu od najvažnijih i najdinamičnijih djelatnosti u gospodarstvu. Kolika je važnost građevinske industrije unutar gospodarstva ističu i Nikmehr i dr. (2021:1) „Građevinska industrija također ima jedan od najvećih ekonomskih multiplikativnih učinaka, naime, predstavlja dodatnu ekonomsku korist od 2,86 dolara za svaki dolar građevinskog bruto domaćeg proizvoda (BDP). Kao rezultat toga, čak i malo poboljšanje u sektoru imat će velike pozitivne implikacije za nacionalnu ekonomiju.“.

Sam proces izgradnje objekta sastoji se od planiranja projekta, izrade projekta što obuhvaća kreiranje nacrt, troškovnika, ishođenje dozvola i sl., zatim izvođenja samog objekta te završnog nadzora nad izvedenim radovima i puštanje objekta u upotrebu. Svi ovi koraci imaju posebne izazove koje je potrebno riješiti. Na Slici 1. vidljiva je složenost organizacije uloga na građevinskom projektu, skoro u svim odnosima postoji povratna veza koja ukazuje na nužnost kvalitetnog praćenja informacija. Na važnost ove podjele zbog same odgovornosti za projekt ukazuje Orešković "U upravljačkom dijelu tima graditeljskog projekta koji mora nositi ukupnu odgovornost za uspješnost upravljanja projektom nužno je jasno distancirati tri fundamentalne projektne funkcije" (Orešković, 2019: 968).



Slika 1 Prikaz organizacijske sheme funkcija na građevinskom projektu (Orešković, 2019:3)

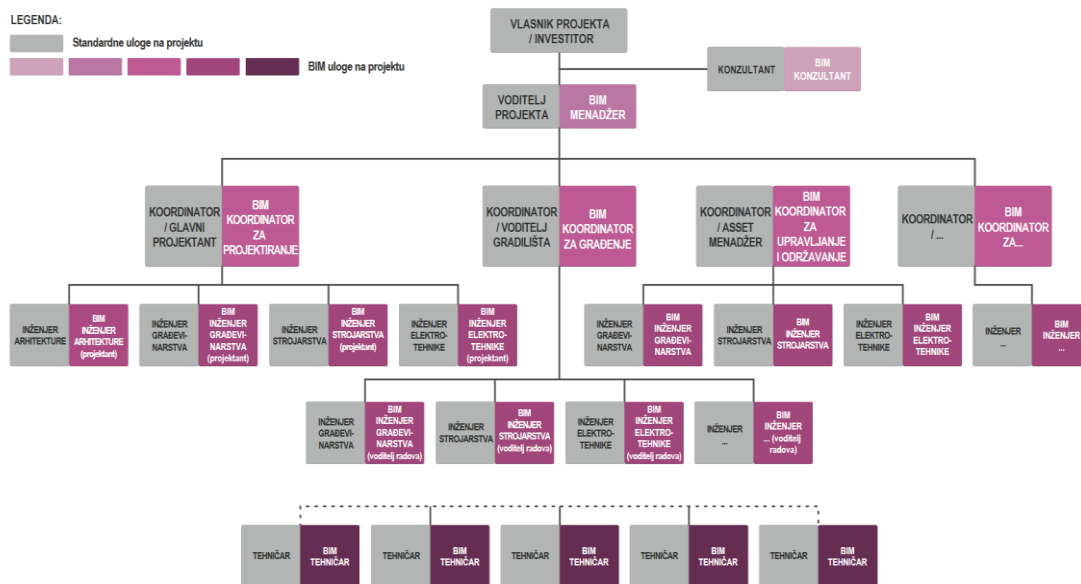
3.1. Sudionici unutar lanca građevinske industrije

Abbot i dr. (2019) opisali su građevinsku industriju kao vrlo složenu te u ovom radu postavlja se istoznačnica u pojmu izvođenje te obuhvaća sve vrste izvođenja poput niskogradnje, visokogradnje, modularnih objekata, specijaliziranih izvođačkih radova i sl.

Sve vrste projekata imaju slične uloge u procesu nastajanja objekta od same ideje i želje koju započinje investitor projekta, preko kreiranja dokumentacije, nacrt i vizualizacije koje kreira projektant do izvođenja tj. same izgradnje.

U fazi izgradnje uključene su izvođačke tvrtke tj. njihovi zaposleni koji predstavljaju menadžere projekta, inženjere gradilišta i tehničare, a naposljetku prije predaje gotovog objekta investitoru, vrši se nadzor koji obuhvaća pregled objekta i zadovoljava li objekt sve

postavljene kriterije u projektu. Slika 2. prikazuje hijerarhijsku strukturu projekta, te standardne uloge i BIM uloge na projektu. Kao što je na slici vidljivo autori Jurčević i dr. (2017) uključili su u svoj prikaz još neke uloge poput konzultanta i koordinatora, ali s obzirom na to da su te uloge u praksi rijetke nisu predmet ovog rada.



Slika 2 Prikaz standardnih uloga na projektu (Jurčević i dr., 2017:28)

Vlasnik odnosno investitor projekta kako navode Jurčević i dr. (2017) je osoba koja ulaže svoj kapital u izradu projekta te je on pokretač cijelog procesa koji ima za cilj stvaranje novog građevinskog objekta. On svoje ideje i želje prenosi voditelju projekta tj. menadžeru projekta.

Voditelj projekta odnosno menadžer projekta je uloga koja kako navode Jurčević i dr. (2017:29) definira ciljeve i zahtjeve na projektu te skuplja sve potrebne projektne informacije i upravlja njima.

Prema Jurčević i dr. (2017) inženjeri na projektu na temelju prikupljenih informacija razvijaju model i potrebnu dokumentaciju. Inženjeri na projektu mogu biti iz različitih grana industrije poput arhitekture, strojarstva, elektrotehnike ili građevinarstva.

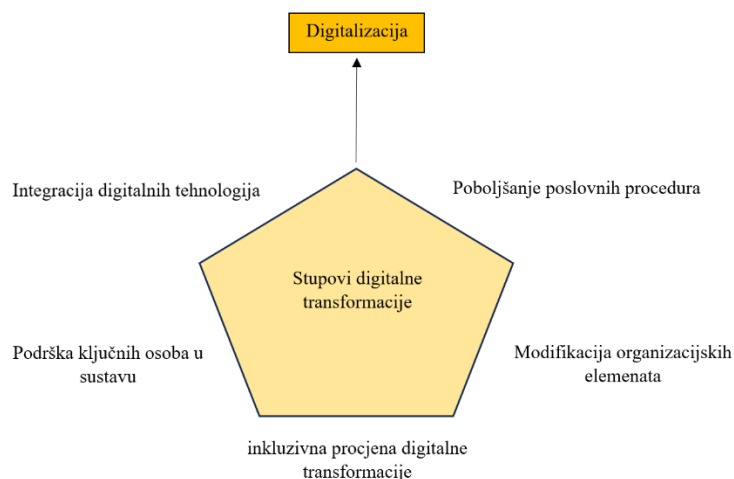
Na operativnoj razini nalaze se tehničari oni kreiraju potrebne modele i dokumente prema uputama inženjera. Bitno za napomenuti je da iako imaju iste nazive uloge u BIM pristupu i standardnom pristupu oni u praksi nisu zaduženi za iste zadatke.

4. Tehnologije i metode digitalne transformacije u građevinskoj industriji

U ovom poglavlju bit će obrađene i analizirane ključne tehnologije i digitalni alati namijenjeni specifično za digitalnu transformaciju unutar građevinske industrije, uključujući bitne prednosti i nedostatke svakog pojedinog alata. Alati koji su obrađeni u ovom radu izabrani su zbog učestalosti primjene i široke upotrebe te se nameću kao prvi izbor prilikom početka digitalne transformacije poslovanja tvrtke.

S obzirom na to da je kako navode Nikmehr i dr. (2021.) „Digitalizacija postojeće tvrtke mnogo je teža od osnivanja nove digitalne tvrtke“, zbog toga Nikmehr i dr. (2021) navode kako je potrebno izraditi održivu strategiju pomoću koje treba odrediti glavne ciljeve, smjernice relevantne akcije i metode procjene.

Izrada strategije digitalizacije je iznimno složen proces koji zahtjeva interdisciplinarno znanje koje obuhvaća ekonomska, građevinska, tehnološka, ali i druga znanja kako bi se proces digitalizacije usmjerio u pravom smjeru. Kako navode Panenkov i dr. „Takva digitalna interakcija sudionika projekta također zahtijeva određenu razinu obuke stručnjaka koji ne samo da posjeduju alate za digitalno upravljanje projektima, već su također sposobni sagledati projekt kao cjelinu, kroz cijeli njegov životni ciklus, u međusobnoj povezanosti svih dionika i vrsta radova“ Na slici 3. je vidljivo kako Nikmehr i dr. (2021) vide stupove digitalne transformacije, na čemu ona počiva te što je njen krajnji rezultat.



Slika 3 Stupovi digitalne transformacije (Nikhmer i dr., 2021:3)

4.1. Računalno potpomognuto projektiranje (CAD)

Računalno potpomognuto projektiranje CAD je najčešće korišten sustav u fazi projektiranja objekta, ima vrlo dugu tradiciju korištenja u građevinskoj industriji, te veliku bazu iskusnih korisnika. Jedna od jednostavnih, ali vrlo preciznih definicija navodi „CAD (računalno potpomognuto projektiranje) odnosi se na bilo koji softver koji koriste arhitekti, inženjeri ili voditelji građevinskih projekata za izradu crteža ili ilustracija novih zgrada u obliku 2D crteža ili 3D modela“ (Kotula, 2019). Također kako navodi Jennson (2017:7) CAD je razvijen kako bi ubrzao tradicionalni proces dizajniranja. Bitno za napomenuti je da se CAD 3D modeliranje uvelike razlikuje od BIM modeliranja, CAD modeliranje namijenjeno je samo za prikaz i kotiranje tj prikazivanje mjere na nacrtu, a ne za složene analize koje će biti predmet razmatranja u nastavku.

4.1.1. Primjena računalno potpomognutog projektiranja (CAD-a)

CAD sustavi su u svakodnevnoj uporabi u različitim industrijama s naglaskom na građevinskoj industriji. Najčešće se koristi njegova mogućnost 2D modeliranja za projektiranje i vizualizaciju objekata u izgradnji, ali i za kreiranje dokumentacije postojećih objekata. Zbog dugotrajnog postojanja ima veliku bazu iskusnih korisnika, kako navodi Kotula (2019) CAD softver nastao je 1960-ih pod nazivom „Sketchpad“, a u periodu od 1980-ih do 1990-ih doživljava svoju ekspanziju i široku primjenu. Također autor navodi da ga korisnici upotrebljavaju za određivanje točnih mjera, pronalaženje pogrešaka u dizajnu i provođenje analiza koje nisu bili u mogućnosti provesti koristeći prethodnu metodu tj. papir.

4.1.2. Prednosti i nedostaci primjene CAD-a

Kotula (2022) navodi kako zbog svoje jednostavnosti CAD sustav je vrlo popularan izbor kod svih sudionika u lancu unutar građevinske industrije. Njegova jednostavnost i popularnost daju mnoge prednosti svim korisnicima, ali isto tako zbog jednostavnosti dolazi do nedostataka i manjka informacija koje napredniji sustavi poput BIM-a posjeduju.

4.1.2.1. Prednosti primjene CAD-a

CAD sustavi imaju brojne prednosti te su uvelike izmijenili građevinsku industriju u ono što danas prepoznajemo pod tim pojmom. Prema Jennsonu (2017) „CAD ima utjecaj na organizacijskoj razini promjenom uloge inženjera u projektiranju, gdje su se uloge crtača,

dizajnera i inženjera spojile.“ iz čega je vidljivo da je CAD omogućio racionalizaciju radnih zadataka te smanjio broj potrebnih osoba s ciljem brže izrade dokumentacije i smanjivanja mogućnosti za pogreškom prilikom razmijene informacija između suradnika. Kako navodi Kotula (2019) CAD u graditeljstvu pruža mogućnost maksimalne kontrole nad vizualnim pregledom dizajna, te pruža uvid u različite perspektive jednostavnim povlačenjem miša umjesto dosadašnjeg načina u kojem je bilo potrebno nacrtati ručno svaki prikaz.

4.1.2.2.Nedostatci primjene CAD-a

Najveći nedostatak CAD sustava je to što im nedostaju određene mogućnosti potrebne za vršenje složenih analiza koje su moguće u BIM-u. Iako BIM sustav ne bi postojao bez CAD sustava, BIM pruža dodatnu vrijednost putem integracije informacija u sam nacrt što dovodi do postupne zamjene CAD sustava za BIM sustav u praksi, kako navodi Kotula (2019), „CAD programi su brzo nadmašeni BIM softverskim alatima jer BIM nudi vizualizaciju u stvarnom vremenu i analizu modela koja je bolje prilagođena građevinskom sektoru.“.

4.2.Sustav za informacijsko modeliranje zgrada (BIM)

BIM sustav je jedan od najsloženijih sustava unutar dostupnih alata za digitalnu transformaciju građevinskih tvrtki, te kako navode Jurčević i dr. (2017) „BIM (*engl. Building Information Modeling*) je izgradnja digitalnog integriranog modela (informacija) postojećeg ili budućeg izgrađenog okoliša.“. Sam naziv od kojeg proizlazi akronim ima nekoliko značenja (Jurčević i dr., 2017:11):

- *Building Information Model*
- *Building Information Modeling*
- *Building Information Management*

Za potrebe ovog rada koristit će se hrvatska izvedenica koja nije učestalo korištena u praksi, a ona glasi Sustav za informacijsko modeliranje zgrada.

Kako navode Jurčević i dr. (2017) sam pojam se odnosi na više procesa, a neki od njih su upravljanje informacijama građevine i informacijskim modelom građevine iz čega je vidljivo da se BIM može koristiti za različite svrhe. Također autori navode „BIM pristup može se

prikazati u dva smjera: kao tehnologija i kao metodologija. BIM kao 'tehnologija' predstavlja digitalnu reprezentaciju fizičkih i funkcijskih karakteristika građevine, a kao 'metodologija' omogućuje suradnju različitih sudionika u različitim fazama životnog vijeka građevine,, (Jurčević i dr., 2017:11), u ovom radu glavni naglasak se stavlja na BIM kao tehnologiju te će u nastavku biti opisane prednosti i nedostaci same tehnologije.

4.2.1. Primjena sustava za informacijsko modeliranje zgrada (BIM-a)

Primjena BIM-a omogućava vrlo precizno planiranje i simulaciju kako samog objekta, tako i svih građevinskih radova prije nego što isti započnu na terenu. Najviše ga koriste projektanti za izradu detaljnih nacrti i specifikacija tj. troškovnika samog objekta koji omogućuju preciznu simulaciju svih potencijalnih poteškoća prilikom izvođenja, ali i točne količine potrebnog materijala i rada koje je potrebno investirati u projekt što olakšava budžetiranje investitoru, ali i pripremu radova izvođaču. Uspoređujući BIM sa prethodnom 2D metodom u svom članku Lahiani navodi, „U usporedbi s tradicionalnim alatima za 2D crtanje, BIM je integrirani proces koji omogućava arhitektima, inženjerima, izvođačima i vlasnicima da već u fazi predprojektiranja vide kako će njihova zgrada izgledati i, što je još važnije, kako će funkcionirati. Ova nova tehnologija pomaže ne samo u 3D prikazima, već i u koordinaciji konzistentnih informacija koje se koriste i održavaju tijekom cijelog životnog ciklusa građevinskog projekta.“ (Lahiani, 2020:1) iz čega je vidljivo da je napravljen veliki odmak u odnosu na 2D tehnologiju i to ne samo dodajući jednu dimenziju nacrtu nego otvarajući nove perspektive unutar pripreme faze projekta za sve sudionike u procesu izgradnje.

BIM sustav ima vrlo raširenu primjenu, a samo neke od njih su (Jurčević i dr., 2017:19):

Planiranje

1. Prostorne analize potencijalnih lokacija građevine (*engl. Site Analysis*)
2. Analiza prostorne interpolacije građevine (*engl. Programming*)
3. Snimanje postojećeg stanja (*engl. Existing Conditions Modeling*)

Projektiranje

4. Analiza građevnih sustava (*engl. Building System Analysis*)
5. Projektiranje i dizajn (*engl. Design Authoring*)
6. Inženjerske analize (*engl. Engineering Analysis*)
 - a. Analiza energetske učinkovitosti (*engl. Energy Analysis*)
 - b. Analiza nosive konstrukcije (*engl. Structural Analysis*)

c. Ostale inženjerske analize

7. 3D koordinacija (*engl. 3D Coordination*)
8. Procjene sukladnosti s propisima (*engl. Code Validation*)
9. Procjene za održivu gradnju (*engl. Sustainability Evaluation*)
10. Pregled i ocjenjivanje uspješnosti projektnog rješenja (*engl. Design Reviews*)
11. Količine i procjene troškova (*engl. Cost Estimation - 5D Modeling*)

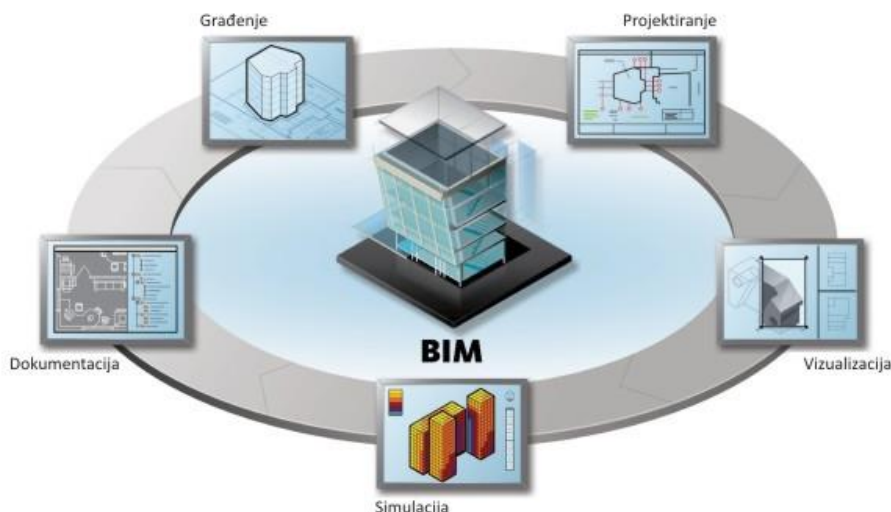
Građenje

12. Vremensko planiranje (*engl. Phase Planning - 4D Modeling*)
13. Planiranje i organizacija gradilišta (*engl. Site Utilization Planning*)
14. Projektiranje sustava građenja (*engl. Construction System Design*)
15. Digitalna kontrola proizvodnje (*engl. Digital Fabrication*)
16. Geodetsko 3D upravljanje i planiranje (*engl. 3D Control and Planning*)
17. Snimanje izvedenog stanja (*engl. Record Modeling*)

Puštanje u pogon i upravljanje

18. Planiranje (preventivnog) održavanja (*engl. Building (Preventative) Maintenance Scheduling*)
19. Upravljanje imovinom (*engl. Asset Management*)
20. Praćenje i upravljanje prostorom (*engl. Space Management and Tracking*)
21. Planiranje izvanrednih događaja ili nepogoda (*engl. Disaster Planning*)

Jennson (2017) navodi kako niti jedan drugi sustav koji se koristi za digitalnu transformaciju nema toliko široku primjenu, ali iz te širini primjene proizlazi i najveći nedostatak samog BIM-a, a to je kompleksnost primjene i korištenja, vrlo velika linija učenja i potreba za visokom razinom tehnološke pismenosti svih sudionika. Iz ovih, ali i drugih razloga koji će biti posebno obrađeni proizlazi to da je BIM još uvijek u praksi vrlo malo u upotrebi te se koristi samo za visoko zahtjevne projekte i infrastrukturne projekte. Zbog vrlo složene primjene u praksi se najčešće BIM sustavi dijele na dijelove vidljive na slici 3.



Slika 4 Prikaz glavnih dijelova BIM sustava. (Prior, n.d.)

Izvor: "Preuzeto sa <https://www.prior.hr/rjesenja/bim-metodologija/>. [Pristupljeno: 22. lipnja 2024]."

4.2.2. Prednosti i nedostaci primjene BIM-a

Kako navodi Marwah (2023) za BIM je moguća primjena vrlo široka, sukladno tome u ovom dijelu rada stavljena je pozornost na glavne prednosti koje primjena BIM-a donosi u odnosu na alternativna rješenja istih zadataka, ali i na nedostatke koje implementacija BIM-a najčešće uzrokuje, te koje su sve barijere uzrok niske primjene BIM-a.

4.2.2.1. Prednosti primjene BIM-a

Prednosti primjene BIM-a mogu se podijeliti na više načina, ali za potrebe ovog rada koristi se između ostalog podjela koju je kreirala Lahiani (2020), a ona je prednosti podijelila na one u dizajn fazi, u fazi izgradnje, u operativnoj fazi i u fazi rušenja i recikliranja. Kako Lahiani (2020) navodi u fazi dizajna najveće prednosti su:

- Omogućava iscrpnu analizu okolišnih pokazatelja
 - LCA – analiza životnog ciklusa projekta
 - LCCA - analiza troškova životnog ciklusa projekta
- Uvid u potrebne količine materijala, volumene i težinu zgrade
- Analizu strukturnih stupova, nosećih zidova i ploča
- Analizu energetske vrijednosti i mogućih alternativa za smanjeni utjecaj na okoliš

Moguće je uvidjeti da se glavne koristi nalaze u predviđanju potrebnih materijala što dovodi do bolje optimizacije budućih troškova, pronalaženje alternativa i naposljetku smanjenje utjecaja na okoliš što je jedan od glavnih ciljeva modernih zemalja.

U fazi izgradnje kako Lahiani (2020) ističe glavne prednosti korištenja BIM-a su određivanje rasporeda radova i zadataka, također omogućava članovima tima brzu i učinkovitu komunikaciju i suradnju. Ove prednosti dovode do smanjene mogućnosti za pogreškom prilikom izvođenja, uštede vremena i građevinskog materijala.

U operativnoj fazi autorica Lahiani (2020) navodi prednosti poput smanjivanja različitih vrsta datoteka u jednu koju vlasnik tj. investitor zaprima nakon dovršetka projekta što mu olakšava vođenje samog objekta. Također navodi da primjena BIM-a u ovoj fazi dovodi do lakšeg upravljanja objektom te lakše predviđanje potencijalnih kvarova opreme unutar izgrađenog objekta.

Kao završnu fazu navodi rušenje, ponovnu uporabu i recikliranje i u toj fazi kao glavne prednosti Lahiani (2020) navodi precizno planiranje rušenja, identifikaciju i katalogizaciju materijala, optimizaciju ponovne uporabe i recikliranje, smanjenje otpada i uštedu vremena.

Vidljivo je da su najčešće navedene prednosti ušteda vremena i resursa, te brža, jasnija i organiziranija komunikacija, ali uz sve navedene prednosti postoje i nedostaci implementacije i korištenja BIM sustava te je potrebno i njih analizirati te odmjeriti koristi i gubitke koji proizlaze iz uvođenja ovakvog rješenja kako bi se donijela ispravna odluka koja prati prethodno navedene strategije digitalne transformacije.

4.2.2.2. Nedostaci primjene BIM-a

Nakon što su obrađene prednosti primjene BIM-a jednako je važno staviti pozornost i na sve nedostatke kako bi se donijelo ispravnu odluku o izboru ispravnog alata, ali i o načinu implementacije izabranog alata.

Prema Marwah (2023) 5 glavnih nedostataka primjene BIM sustava su visoko početno ulaganje u softver, previše različitih dostupnih inačica BIM sustava, potreban trening i razina znanja na svim razinama, manjak BIM stručnjaka i isključenost krajnjih korisnika objekta iz BIM sustava.

Autor navodi da je jedan od glavnih nedostataka visoka ulazna cijena, uvidom u navedene cijene često korištenog softvera tvrtke Autodesk može se pronaći cijena od 6.000,00\$ do 12.000,00\$ što predstavlja visoku ulaznu barijeru uzimajući u obzir dodatno naveden

nedostatak, a to je potreban trening za korisnike softvera. Ukoliko pretpostavimo da je cijena treninga uključena u cijenu licence i dalje je potrebno izdvojiti veliku količinu vremena kako bi osoba stekla vještine potrebne za ispravno korištenje softvera što tvrtki generira troškove plaće, ali i izgubljenog prihoda koji nastaje kao oportunitetni trošak.

Nadalje kako navodi Jensson (2017:60) jedan od problema primjene u praksi je što jedna tvrtka može imati visoku razinu zrelosti u korištenju BIM-a te svoje projekte izrađivati u njemu, ali onda druga tvrtka u lancu koja treba nastaviti rad na projektu može imati nisku ili nepostojeću razinu znanja u području BIM tehnologije te tu nastaje problem u neiskorištenosti potencijala BIM-a.

4.3. Geografski informacijski sustavi (GIS)

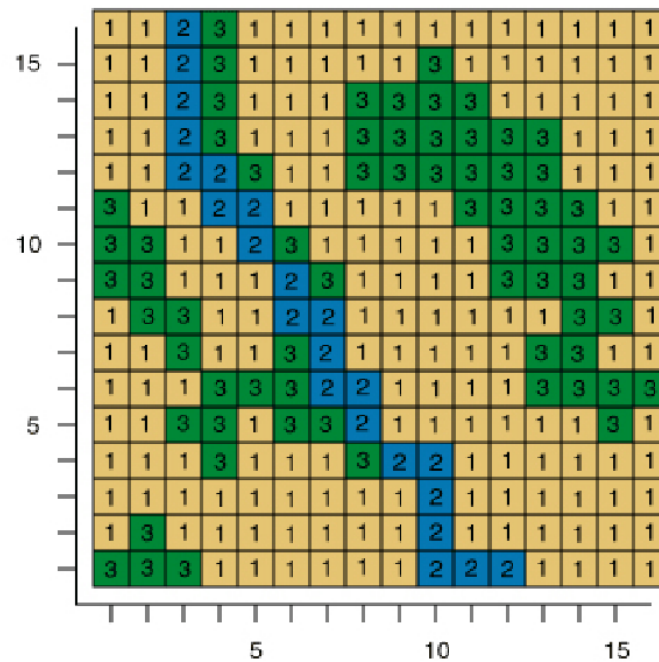
Geografski informacijski sustavi (GIS) za razliku od BIM i CAD sustava služe za vizualizaciju prostora i analizu prostornih podataka, a ne samog objekta. Kako navodi Keresteny (2023) na portalu Udruga gradova, „Koristi se u različitim područjima poput urbanog planiranja, upravljanju katastarskim operetom, prometnom planiranju, evidenciji i održavanju komunalne infrastrukture, upravljanju rizicima i sigurnosti“ iz čega je vidljivo da ima puno širu primjenu, te primarno služi za planiranje projekata i zemljišnih kapaciteta.

Udruga DESA – Dubrovnik na svojoj radionici „Osnove GIS-a“ definirala je GIS kao model prostornih podataka, a te modele su podijelili na (Udruga DESA, 2015:3):

- Vektorski model: Model entiteta
 - Objekti precizno definiranih granica, mogu se izbrojati
- Rasterski model: Objekti precizno definiranih granica, mogu se izbrojati
 - Prikazuju svijet kao konačni broj varijabli mjerljivih u svakoj točki na površini Zemlje (nadmorska visina...)

Sami modeli sadrže različite vrste podataka, a to su (Udruga DESA, 2015:4):

- Vektorski podaci: objekte stvarnog svijeta prikazujemo točkom i njezinim koordinatama (x,y).
- Rasterski podaci: model svijeta u kojem se koristi mreža (*eng.grid*) ćelija tj. polja (*eng.cells*) podijeljena u retke i stupce.
- Atributni podaci: atributi su opisne informacije o objektima; svi ne geometrijski podaci.



Slika 5 Prikaz rasterskih podataka. (Udruga DESA, 2015:4)

Izvor: Udruga DESA - GIS Radionica: Osnove GIS-a. [pristupljeno 28. lipnja 2024.]

Tablica 1 Primjer atributnih podataka

| ID | Naziv | BrojStan |
|----|----------------|----------|
| 1 | Beli Manastir | 10,986 |
| 2 | Belišće | 11,786 |
| 3 | Donji Miholjac | 10,265 |
| 4 | Đakovo | 30,092 |
| 5 | Našice | 17,320 |
| 6 | Osijek | 114,616 |
| 7 | Valpovo | 12,327 |

Izvor: Izrada autora prema Udruga DESA (2015:5)

GIS sustavi na temelju ovih vrsta podataka daju složenu sliku prostornih podataka, te podatke je moguće detaljno analizirati i vizualizirati, što je ključno za učinkovito planiranje i upravljanje projektima.

4.3.1. Primjena Geografskih informacijskih sustava (GIS)

Keresteny (2023) navodi kako geografski informacijski sustavi (GIS) imaju vrlo široku primjenu kao i vrlo visoku razinu kompatibilnosti s drugim sustavima koji dodatno nadopunjuju podatke i daju dodatne dimenzije i koristi samom GIS-u.

Glavna podjela primjene GIS-a je (Udruga DESA, 2015):

- geodezija, geologija, hidrologija, hidrogeologija
- oceanografija, meteorologija, arheologija
- poljoprivreda, šumarstvo
- ekologija i zaštita okoliša, upravljanje zaštićenim područjima i životom u divljini
- promet, turizam, zdravstvo
- vodoprivreda i elektrodistribucija
- istraživanje, proizvodnja i distribucija nafte i plina
- komunalno gospodarenje gradova (voda, struja, grijanje, telekomunikacije, televizija, internet)
- katastar, urbanističko planiranje, lokalna i regionalna samouprava
- daljinska istraživanja, primjena u vojsci i policiji

Vidljivo je da je primjena GIS-a izlazi iz građevinske industrije, ali se svodi na analizu i vizualizaciju površine tj. najčešće zemljine površine.

U građevinskoj industriji GIS sustavi se najčešće koriste u prostornom planiranju za izrade planova, istraživanje, razvoj, implementaciju i praćenje razvoja postavljenih planova. Pruža mogućnost pretraživanja i analize podataka.

GIS sustavi imaju velik značaj u digitalnoj transformaciji građevinske industrije zato što pruža mogućnost uvida u podatke do kojih bi bilo vrlo teško doći ili čak i nemoguće putem tradicionalnih metoda.

4.3.2. Prednosti i nedostaci primjene GIS-a

Prednosti GIS sustava su mnogobrojne i ovise o vrsti implementacije. Najčešće implementacije u praksi odnose se na integraciju GIS sustava sa sustavima javne uprave kako navodi Keresteny (2023), „Jedna od integracija se odnosi na izravno dohvaćanje Digitalnog katastarskog plana (DKP) i grafičkih podataka Registra prostornih jedinica (RPJ) integracijom na Državnu geodetsku upravu putem standardnih servisa (npr.: WFS, Atom servis)“. Samom integracijom omogućava se kako Keresteny (2023) navodi prikazivanje i analiza informacija o parcelama, granicama i drugim katastarskim podacima unutar GIS-a, a kako autor navodi to je ključna pretpostavka za daljnje evidencije i procese.

Daljnje navedene prednosti i nedostaci referiraju se na ovako implementiran GIS sustav.

4.3.2.1. Prednosti primjene GIS-a

Kako navodi Pedamkar (2023) prednosti su:

- Može obraditi više formata i skupova podataka. Na primjer, satelitske slike i vektorske podatkovne točke poput koordinata, zemljopisne širine i duljine, podataka prikupljenih dronovima i kamerama visoke osjetljivosti.
- GIS se može integrirati s različitim hardverom i softverom kako bi se stvorilo robusno okruženje.
- Ovaj sustav može analizirati prošle skupove podataka i vršiti analitiku za buduća predviđanja temeljena na trendovima.
- Koristi se za upravljanje prirodnim resursima putem analize, upravljanja i praćenja prirodnih opasnosti.
- Vrlo je učinkovit za prikupljanje, obradu i vizualizaciju podataka.
- Omogućuje jednostavno vođenje evidencije geografskih promjena za daljnju analizu.

Iz navedenih prednosti može se vidjeti da GIS ima vrlo pozitivan utjecaj na različite grane te da njegova namjena može imati različite varijacije ovisno i podacima koje sadrži.

4.3.2.2. Nedostaci primjene GIS-a

Kao i svi do sada navedeni digitalni alati GIS sustavi imaju svoje nedostatke koji ne umanjuju važnost GIS-a u građevinskoj industriji. Prema Paramasivam (2019:20) neki od glavnih nedostataka GIS-a su:

- Skupa implementacija - postavljanje GIS sustava je složeno, a troškovi se sastoje od opreme i obuke.
- Potrebna su česta ažuriranja skupova podataka i modela što može dovesti do pogreške.
- Broj parametara u stvarnom vremenu je sve veći što zahtjeva složeno upravljanje.
- Točnost i preciznost ovisi o mjerilu prema kojem je karta kreirana što uvelike može dovesti do netočnog pozicioniranja.
- Kršenje privatnosti – najčešće korisnička zajednica nije ograničena na ovlaštene osobe, što predstavlja prijetnju u korištenju podataka prikazanih u GIS sustavu

Također, kako navodi Pedamkar (2023) nedostaci su:

- GIS učestalo zahtjeva obučene kandidate iz geologije, informatike ili IT-a. Osobe koje nisu obučene za GIS mogu prouzrokovati pogreške.
- Nije potpuno bez dostupnih informacija.
- Zahtjeva veliku količinu podataka što dovodi do povećanog rizika za pogreškom.
- U većini slučajeva organizacije neuspijevanju u implementaciji cjelovito ispravnog GIS-a.

Vidljivo je iz svih navedenih nedostataka da obje autorice smatraju da izvor svih nedostataka leži u potrebi za velikom količinom iznimno preciznih i točnih podataka, te potrebom za stručnim osobljem koje je u potpunosti osposobljeno za uspješnu i točnu implementaciju GIS sustava u poslovanje.

5. Primjena alata za praćenje poslovanja na primjeru aplikacije Insidico

Digitalna transformacija građevinske industrije zahtijeva učinkovite specijalizirane alate za praćenje poslovanja koji pružaju mogućnost efikasnijeg upravljanja projektima, financijama i resursima. Digitalni alat Insidico jedan je od dostupnih alata koji pružaju mogućnost praćenja i analize većeg broja podataka koji obuhvaćaju cjelokupno poslovanje građevinskih tvrtki. Kako navodi stranica Insidico (2024) aplikacija je namijenjena izvođačkim tvrtkama, projektantskim uredima, arhitektonskim uredima i investitorima, kao i vlasnicima tvrtki, inženjerima, voditeljima gradilišta i građevinskim radnicima.

5.1. Obilježja Insidico aplikacije

Insidico aplikacija podijeljena je na glavne module i podmodule. Kako navodi stranica Insidico (2024) glavni moduli su gradilišta, zaposlenici, vozila i strojevi, kooperanti i financije gradilišta.

5.1.1.1. Modul gradilišta

Modul gradilišta kako navodi stranica aplikacije „omogućuje korisnicima detaljno praćenje i upravljanje svim aspektima njihovih građevinskih projekata. Sve informacije o gradilištima se centraliziraju na jednom mjestu, čime se olakšava organizacija i smanjuje potreba za ručnim vođenjem podataka.“ (Insidico, 2024). Ovaj modul prvenstveno je namijenjen tehničarima na gradilištu i inženjerima. Svaki modul sadrži dodatne podmodule. Podmoduli unutar modula gradilišta (Insidico, 2024) su:

- Općenite informacije o gradilištu
- Radni zadaci
- Nacrti s mogućnošću prikaza radnih zadataka
- Pohrana dokumenata
- Radni sati zaposlenika i strojeva
- Materijalni troškovi i troškovi kooperanata
- Prihodi

Unutar općenitih informacija o gradilištu korisnici unose sve podatke o gradilištu poput adrese, datuma početka i predviđenog završetka gradilišta, opisa, sudionika na gradilištu i strojeva na

gradilištu. Glavni cilj ovog podmodula je informiranje korisnika o najbitnijim informacijama o samom gradilištu.

Radni zadaci kako navodi stranica Insidico (2024), koriste se na način da korisnici mogu dodavati, pratiti i komentirati radne zadatke koji su dodijeljeni određenim osobama ili timovima na projektu s ciljem olakšavanja organizacije rada i praćenja napretka na gradilištu. Svaki radni zadatak ima podatke o nazivu, supervizoru, izvršiteljima, datumu i satu početka i datumu i satu očekivanog završetka zadatka, opisu i priložima. Opravdanost ovakvog načina upravljanja zadacima vidljiva je i u radu Wincha (2010:286), „označitelj obično identificira: zadatak, po imenu i/ili kodu, njegovo trajanje, obično u danima, najraniji dan kada može početi ovisno o tome kada će biti dovršeni oni zadaci koji trebaju prethoditi zadanom zadatku, najraniji dan završetka prikazan kao funkcija trajanja i najranijeg početka.“.

Nacrti s mogućnošću prikaza radnih zadataka omogućuju, kako navodi stranica Insidico (2024), korisnicima da uvezu nacрте u aplikaciju te označe točno mjesto gdje je potrebno izvesti radni zadatak što olakšava razumijevanje i vizualizaciju radnih zadataka na terenu. Kao što je u prethodnom dijelu spomenuto 2D nacrti i CAD nacrti pružaju vizualizaciju prostora te jednostavnije planiranje potrebnih radova, mogućnost dodavanja radnih zadataka dodatno obogaćuje nacрте te pruža dodatnu vrijednost sudionicima na projektu.

Pohrana dokumenata unutar aplikacije Insidico služi kao interni DMS sustav (*eng. document management system*) tj. sustav za upravljanje dokumentima. Vrijednost ovakvih sustava prepoznaju brojni autori, ali kako piše portal PlanRadar (2023) „Građevinski projekti često uključuju širok raspon bitnih dokumenata, poput ugovora, specifikacija, crteža, dozvola i sl. Međutim, ručno rukovanje tim dokumentima može biti vremenski zahtjevno, može dovesti do pogrešaka i biti neučinkovito.“ (PlanRadar, 2023). Insidico pruža svojim korisnicima mogućnost dodavanja svih vrsta dokumenata te međusobno dijeljenje istih.

Tablice radnih sati zaposlenika i strojeva služe za vođenje količine sati koju je svaki pojedini stroj ili zaposlenik proveo na gradilištu. Ti unosi služe za financijski dio koji će biti obrađen u nastavku i za potrebe pregleda količine obavljenog posla i utrošenog broja radnih sati unutar profila zaposlenika.

Tablice materijalnih troškova, troškova kooperanata i prihoda služe praćenje financijskog toka svakog pojedinog gradilišta. Korisnici za svaki приход i rashod unose parametre poput datuma računa, naziva, osnovice, PDV-a, opisa i priloga računa. Ovo omogućuje vlasnicima projekta da imaju nadzor nad приходima i rashodima.

Na važnost praćenja financija ukazuje i članak na stranici Traxxeo , „Upravljanje troškovima i maržama ključan je faktor za uspješno financijsko upravljanje gradilištem. To podrazumijeva praćenje stvarnih troškova radova što dovodi do optimizirane profitabilnosti projekta. Da bi se učinkovito upravljalo troškovima i maržama, važno je uzeti u obzir sve troškove projekta, uključujući neizravne troškove.“ (Traxxeo, n.d.). Autor teksta ukazuje na važnost praćenja direktnih i indirektnih tj. izravnih i neizravnih troškova što digitalni alat Insidico omogućava svojim korisnicima.

5.1.1.2.Modul zaposlenici

Modul zaposlenici namijenjen je pregledu odrađenih radnih sati, upravljanje dokumentacijom zaposlenika i administraciji bolovanja i godišnjih odmora.

Podmoduli modula zaposlenici su (Insidico, 2024):

- Općenite informacije o zaposleniku – unos podataka poput imena, prezimena, kontakt informacija, vrsta ugovora, početak ugovora i završetak ugovora ukoliko je ugovor o radu na određeno.
- Grafički i tablični prikaz radnih sati – prikaz informacija o odrađenim radnim satima u zadanom vremenskom razdoblju. Podaci se pokazuju u grafičkom obliku pomoću stupaca ili u tabličnom prikazu koji prikazuje utrošene sate po gradilištu i ukupan zbroj utrošenih radnih sati.
- Dodavanje dokumentacije zaposlenika – kao i u modulu gradilišta korisnici dodaju bitne dokumente poput ugovora o radu, platnih listi, dozvola i sl.
- Dodavanje troška radnog sata – svaki zaposlenik ima povezanu bruto satnicu koja se koristi za izračun troška rada za svako gradilište.
- Vođenje evidencije godišnjih odmora i bolovanja – putem sučelja korisnik dodaje razdoblje u kojem je zaposlenik odsutan zbog bolovanja ili godišnjeg odmora te opis odsutnosti.

Ovaj modul prvenstveno je namijenjen administrativnom osoblju unutar tvrtke i inženjerima kako bi mogli analizirati distribuciju utrošenih radnih sati po gradilištima.

5.1.1.3.Modul vozila i strojevi

Prema Clarku i Smithu (2023) „Vozila i strojevi su sastavni dio svake građevinske tvrtke te oni nose značajan dio troškova poslovanja, ali i troškova građevinskog projekta.“.

Kako navodi stranica Insidico (2024) modul pruža mogućnost praćenja i upravljanja vozilima i strojevima te također pruža mogućnost dodavanja informacija, praćenje troškova i potrošnje i vođenje evidencije upotrebe. Insidico unutar modula vozila i strojevi sadrži podmodule:

- Općenite informacije o vozilu i stroju – sadrži informacije poput marke, modela, registracijske oznake, godine proizvodnje, kilometraže i sl.
- Pregled grafikona korištenja stroja – za svaki stroj korisniku je omogućena vizualizacija korištenja stroja za svako gradilište u izabranom periodu vremena.
- Dodavanje dokumentacije – kao i na prethodnim modulima omogućeno je dodavanje dokumentacije povezane uz pojedini stroj ili vozilo.
- Praćenje troškova vozila i strojeva – svako vozilo i stroj imaju unaprijed određene kategorije troškova, a one su gorivo, održavanje, osiguranje, registracija, troškovi nabave vozila ili stroja i ostali nespecificirani troškovi.
- Vođenje i praćenje dnevnika vožnje – dnevnik vožnje služi za povezivanje korištenja vozila s određenim građevinskim projektom. Korisnik unosi podatke o početnom stanju brojača kilometara i završnom stanju te izabire gradilište, a aplikacija obračunava trošak kao umnožak prijeđenih kilometara i zadane cijene po kilometru za svako vozilo.
- Vođenje evidencije radnih sati – tablica za unos radnih sati povezuje trošak korištenja stroja sa pojedinim gradilištem. Korisnik unosi broj radnih sati te aplikacija određuje trošak kao umnožak broja sati za gradilište s cijenom po radnom satu koja je prethodno određena za taj stroj.

Ispravno praćenje troškova vozila i stroja je iznimno važan proces, ali je ujedno i iznimno kompleksan zadatak zbog velikog broja varijabli koje određuju ukupan trošak vozila ili stroja. Najjednostavniji pristup izračunu troška vozila i stroja je izračun jedinične cijene kako navode Clark i Smith „Pomoću prikupljenih informacija, izvođač sada može izračunati koji točno trošak po satu za svakih stroj ili vozilo. Taj iznos se sada može koristiti za ponude, izračun troška posla i projekcije.“ (Clark i Smith, 2023).

5.1.1.4.Modul kooperanti

Modul kooperanti jedan je od jednostavnijih modula unutar aplikacije i pruža uvid u povijest suradnje s određenim kooperantom. Informacije se prikupljaju za svako pojedino gradilište iz tablice troškova kooperanata.

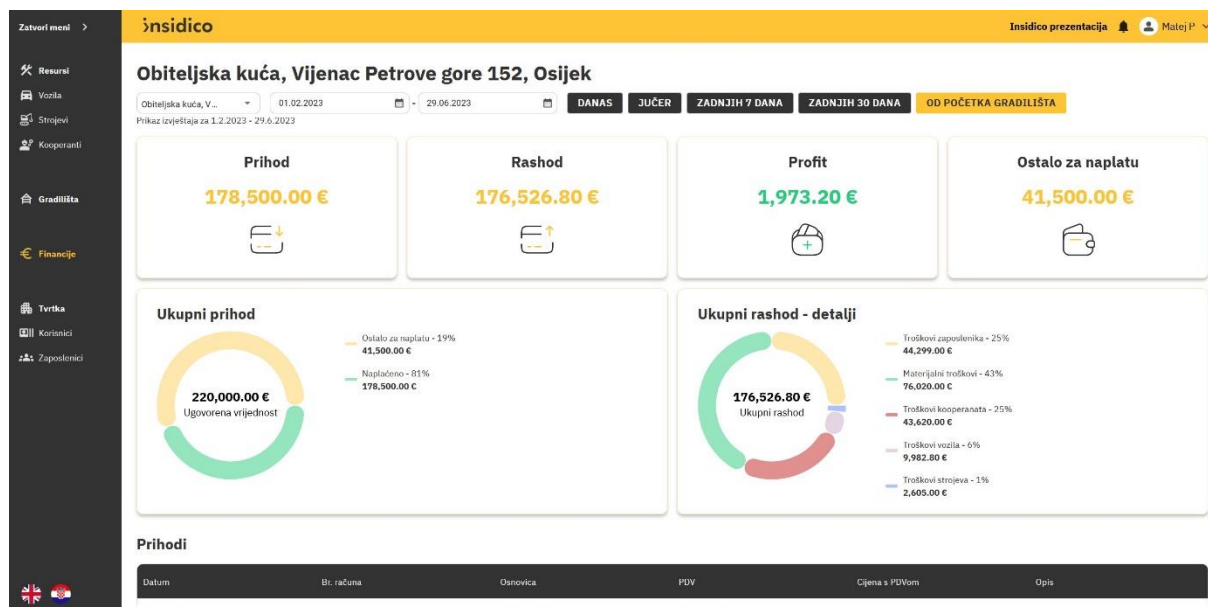
Kako navodi Insidico (2024) podmoduli su:

- Pregled povijesti suradnje – pruža mogućnost pregleda povijesti suradnje s kooperantima, informacije o prethodnim projektima, plaćanjima i ostalim detaljima.
- Grafički prikaz plaćanja – korisnici imaju uvid u grafički prikaz prethodno plaćenih računa za svaki projekt. Pruža brzi pregled povijesti transakcija.
- Pregled dokumentacije – korisnici mogu dodati sve relevantne dokumente.

Ovaj modul namijenjen je prvotno menadžmentu kao pregled povijesti suradnje sa svakim pojedinim kooperantom, te rashode za sve kooperante.

5.1.1.5. Modul financije gradilišta

Modul financije gradilišta predstavlja nadzornu ploču koja na jednom mjestu obuhvaća pregled svih prethodno navedenih troškova. Kao što je vidljivo na slici 6. sučelje aplikacije Insidico prikazuje naziv gradilišta, filtere za izbor gradilišta i datume za prikaz, prihod, rashod, profit ili gubitak i koliko je ostalo za naplatu. Također grafički je prikazana distribucija prihoda u odnosu na ugovorenu vrijednost i ukupne rashode podijeljene na troškove zaposlenika, materijalne troškove, troškove kooperanata, troškove vozila i troškove strojeva.



Slika 6 Prikaz modula financije gradilišta unutar Insidico aplikacije

Izvor: preuzeto sa <https://insidico.com/moduli> [pristupljeno 23. lipnja 2024.]

Ovaj modul je namijenjen menadžmentu unutar tvrtke i daje prikaz svih najbitnijih informacija za donošenje odluka na temelju podataka.

Ovaj modul sadrži podmodule kako navodi stranica Insidico (2024):

- Prikaz troškova
- Prikaz prihoda
- Analiza profitabilnosti

Svi podaci mogu biti prikazani za pojedino gradilište, ali i u skupnom prikazu u kojem je moguće izvršiti usporedbu gradilišta međusobno.

Kako navodi Cooper (2023), „Za uspješan građevinski projekt, ključan aspekt je analiza troškova gradilišta“ iz ovog citata jasno je vidljivo da autor ističe važnost praćenja rashoda na svakom gradilištu zato što jedini profit građevinskih tvrtkama proizlazi iz razlike ugovorenog iznosa i svih rashoda te se ta razlika ukoliko je pozitivna naziva profit ili dobitak, a ukoliko je negativna gubitak.

5.2.Integracija aplikacije Insidico u građevinske tvrtke

Proces integracije Insidico aplikacije sastoji se od identificiranja dosadašnjeg načina rada unutar tvrtke. Nakon što se identificiraju dosadašnji procesi i uloge unutar tvrtke, potrebno je kreirati korisnike unutar aplikacije. Sve prethodno navedene funkcionalnosti unutar aplikacije moguće je ograničiti i dodijeliti samo pojedinim korisnicima i to u tri razine, pisanje, brisanje i čitanje.

Kako navodi stranica Insidico (2024) proces implementacije traje manje od jednog dana, ali to se odnosi samo na proces omogućavanja korisnicima da pristupe aplikaciji. Proces učenja i prilagodbe ovisi o svakom pojedinom korisniku.

Također kako navodi Insidico (2024) korisnici mogu voditi neograničen broj projekata unutar aplikacije te imaju pristup svim navedenim modulima. Aplikacija se nalazi u oblaku te joj je moguće pristupi putem bilo kojeg uređaja koji ima pristup internetu.

5.3.Prednosti i nedostaci aplikacije Insidico

Kao i svi prethodni digitalni alati Insidico ima svoje prednosti i mane. Na osnovu dosadašnjih iskustava korisnika na internetskoj stranici aplikacije Insidico navedene su ove prednosti:

- Učinkovito upravljanje – korisnici mogu učinkovito upravljati projektima, resursima i timovima kroz jedinstveno sučelje uz smanjenu upotrebu papirologije.
- Poboljšava produktivnost – timovi korisnika mogu maksimalno iskoristiti svoje vrijeme, minimizirati gubitke i povećati ukupnu produktivnost.

- Omogućava komunikaciju – korisnici mogu održati konzistentnu komunikaciju unutar tima te na taj način umanjiti mogućnost nesporazuma.
- Pruža mogućnost preciznog financijskog praćenja – svi prihodi i rashodi gradilišta, vozila i stroja vode se na jednom mjestu u realnom vremenu što omogućava korisnicima da prate zadane budžete.

Sve navedene prednosti tvrtka sama ističe za svoj digitalni alat, ali također autori poput Jaworski (n.d.) navodi, da su prednosti korištenja građevinskog ERP softvera pojednostavljeni poslovni procesi, ažurirana izvješća i predviđanja prihoda i rashoda, informirano donošenje odluka, poboljšano planiranje i upravljanje projektima.

S druge strane postoje i nedostaci korištenja ovakvih softvera kao što su (Majumder, n.d.):

- Potrebno je vrijeme za implementaciju i učenje
- Prijenos podataka je vremenski zahtjevan proces
- Visoki početni troškovi i troškovi prilagodbe

Također treba istaknuti i povećan rizik za zastoje cjelokupnog poslovanja ukoliko usluga postane nedostupna ili dođe do gubitka podataka. Poslovna praksa predlaže da svaki rizik treba diversificirati što bi iziskivalo podijele podataka u više različitih softvera, ali takav pristup uklanja neke od prednosti korištenja.

Jedan od manje istaknutih ali vrlo bitnih nedostataka je i kako navodi Moslemi (2023) „Ovisnost o stabilnoj internet vezi“, autor ističe da je stabilna internet veza ključna za razmjenu i unos podataka, s obzirom na to da gradilišta mogu biti na različitim urbanim, ali i ruralnim područjima s malom pokrivenošću signalom postoji potencijalni rizik od nedostupnosti internet veze što može onemogućiti pristup podacima.

6. Izazovi digitalne transformacije u građevinskoj industriji

Digitalna transformacija donosi brojne prednosti građevinskoj industriji. Kao što je u prethodnim poglavljima analizirano, digitalni alati donose poboljšanu učinkovitost, točnost i lakšu komunikaciju, ali ovaj proces također nosi i određene izazove s kojima se građevinske tvrtke suočavaju u procesu prilagodbe na novo okruženje.

Kako navodi Moslemi (2023) glavne izazove možemo podijeliti na visoke troškove implementacije, ovisnost o stabilnoj internet vezi, sigurnosne rizike, ograničene kapacitete i ograničene tehničke ekspertize. Za potrebe ovog rada izazovi su podijeljeni u skupine tehnički izazovi, ljudski resursi i otpor promjenama i sigurnosna pitanja.

6.1. Tehnički izazovi

Tehnički izazovi najviše su izraženi u nultom stadiju digitalne transformacije tj. u tvrtkama koje u potpunosti posluju na tradicionalan način. Neki od tehničkih izazova prema Moslemiju su (Moslemi, 2023):

- Ograničeno trajanje baterija – uređaji za pristup internetu učestalo ovise o baterijama kao izvoru struje, a one imaju ograničeno trajanje. Nužnost zamijene baterija ili njihovo punjenje može biti složeno i vremenski zahtjevno što ograničava uporabu uređaja.
- Ograničen doseg komunikacije – na velikim gradilištima, internet može imati ograničen doseg, što uzrokuje prekid u razmijeni informacija.
- Okolišni utjecaj – na uređaje mogu utjecati brojni okolišni čimbenici poput temperatura, vremenskih uzoraka i drugih okolišnih čimbenika koji mogu uzrokovati pogreške ili gubitak podataka.
- Ograničena točnost i preciznost – prikupljanje podataka i procesiranje istih može biti kompromitirano ograničenom preciznošću i točnosti senzora i drugih povezanih uređaja. Podaci koji nisu ispravni mogu utjecati na krivo donošenje odluka.
- Preopterećenje podacima – uređaji povezani u mreži mogu proizvesti veliku količinu podataka što može dovesti do izazova u analizi i interpretaciji istih. Kako bi se podaci analizirali i pružili pregledan uvid u podatke potrebni su složeno softveri i tehnike analize. Nadalje donošenje odluka može biti odgođeno zbog velike količine podataka koju treba uzeti u obzir prilikom odlučivanja.

6.2.Ljudski resursi i otpor promjenama

Otpor promjenama je jedan od glavnih izazova unutar procesa digitalne transformacije. Kako navodi Moslemi, „u tradicionalnom sektoru, građevinska industrija je sporo usvaja nove tehnologije. Zbog nedostatka znanja o tehnologiji ili uvjerenja da ista nema dovoljno prednosti, mnoge građevinske tvrtke i zaposlenici mogu pružati otpor uvođenju interneta i tehnologija u poslovne procese.“. Vidljiv je manjak povjerenja u tehnologiju koja proizlazi iz manjka edukacije i iskustva s tehnologijom.

Kako navodi Gamage, „Digitalna transformacija zahtijeva talente u četiri različita područja, a to su tehnologija, podaci, procesi i sposobnost organizacijskih promjena. Stoga, organizacija koja se fokusira na zapošljavanje pravih ljudi koji demonstriraju vještine u ovim područjima u svom timu za digitalnu transformaciju može ostvariti prednosti.“ (Gamage, 2021:355). Naglasak na interdisciplinarnim znanjima koja su preduvjet za uspješnu digitalnu transformaciju može biti veliki izazov zbog manjka takvih zaposlenika na tržištu rada.

6.3.Sigurnosna pitanja

Proces digitalne transformacije donosi sigurnosne izazove. Povećana upotreba digitalnih alata i pohrane važnih podataka na internetu povećava rizik od kibernetičkih napada i gubitka podataka.

Informacija o poslovanju su izrazito osjetljivi dokumenti i njihova sigurnost je od ključne važnosti za građevinske tvrtke. Prema Moslemi (2023) osjetljive informacije, poput financijskih podataka, osobnih informacija i građevinskih planova, mogu biti ugrožene kao rezultat kibernetičkih napada i sigurnosnih incidenata povezanih s podacima. Privatnost i sigurnost internetskih podataka moraju biti zajamčeni kao preduvjet uspješne digitalne transformacije u građevinskoj industriji. Također Moslemi (2023) kao rješenje ovog izazova predlaže, izgradnju robusne mjere šifriranja, autentifikacije i kontrole pristupa, kao i pridržavanje relevantnih zakona i etičkih standarda kako bi se osigurala sigurnost i privatnost podataka. Ovakav pristup zahtjeva visoko ulaganje te održavanje sustava što može rezultirati odustajanjem od procesa digitalne transformacije.

7. Zaključak

Digitalna transformacija u građevinskoj industriji predstavlja ključnu priliku za povećanje učinkovitosti, smanjenje troškova, povećanje profita i racionalizaciju uporabe resursa. Kroz ovaj rad istraženi su ključni digitalni alati koje tvrtke mogu koristiti kako bi uspješno provele proces digitalne transformacije, poput sustava za informacijsko modeliranje zgrada (BIM), geografskih informacijskih sustava (GIS) i sustava za praćenje poslovanja – Insidico, svi ovi sustavi unose drastične promjene u tradicionalne procese građevinskog poslovanja.

Primjena BIM sustava omogućava sveobuhvatan pristup planiranju i upravljanju projektima, pruža precizne simulacije i detaljne vizualizacije objekata što olakšava donošenje odluka i suradnju na projektima. GIS alati pružaju detaljne uvide u prostorne podatke, što se pokazalo ključnim za urbano planiranje i upravljanje zemljišnim potencijalima. CAD alati su do sada pokazali svoju najširu primjenu u praksi, te su i dalje prvi izbor građevinskih tvrtki i standard u kreiranju nacрта. Iako se u budućnosti očekuje da će BIM sustavi preuzeti ulogu u kreiranju nacрта i 2D i 3D vizualizacije, CAD sustavi zbog svoje niže ulazne barijere i dalje imaju svoju uzlaznu putanju u razvoju digitalne transformacije.

Posebna pažnja u ovom radu posvećena je aplikaciji Insidico, koja predstavlja kvalitetan alat za digitalnu transformaciju građevinskih tvrtki. Insidico omogućava detaljno praćenje projekata, upravljanje troškovima i prihodima te pruža analitičke alate koji pomažu u donošenju odluka na temelju podataka. Znajući da je takvo odlučivanje temelj i svrha digitalne transformacije može se zaključiti da su alati poput Insidica koji u jednom rješenju pružaju više različitih mogućnosti pravi izbor za početak digitalne transformacije zato što posebnu pažnju posvećuju digitalizaciji najbitnijih poslovnih procesa u poslovanju građevinskih tvrtki.

Uz sve navedeno građevinske tvrtke trebaju biti svjesne i izazova koje digitalna transformacija donosi. Tehničke prepreke, otpor prema promjenama i sigurnosni rizici uz potrebna visoka početna ulaganja mogu biti ključni faktor zbog kojih je i dalje zastupljena niska stopa digitalizacije u građevinskim tvrtkama.

Ključ uspješne digitalne transformacije leži u izradi kvalitetne i dobro promišljene strategije digitalne transformacije, konstantnom ulaganju u edukaciju zaposlenika, prilagodbi poslovnih procesa novim okruženjima i implementaciji složenih sigurnosnih mjera.

Iako digitalna transformacija nosi određene izazove, potencijalne prednosti daleko nadmašuju iste. Ukoliko tvrtka ulaže napore u ispunjavanje ovih koraka zasigurno će imati veće prednosti od nedostataka, te će pozitivan utjecaj prevagnuti i u dugoročnom planu donijeti tvrtkama veću konkurentnost, sigurnost i profitabilnost.

LITERATURA

1. Clark, B., Smith, D., (2023) Grasping your expenses & their impact on cash flows, budgets & bids. Dostupno na: <https://www.constructionbusinessowner.com/business-management/what-your-equipments-true-cost> [pristupljeno 22. lipnja 2024.]
2. Cooper, B., (2023) Construction Cost Analysis. Downtobid, Dostupno na: <https://downtobid.com/blog/construction-cost-analysis> [Pristupljeno: 29. lipnja 2024.].
3. Gamage, A. (2021). Study of Challenges in Implementing Digital Transformation in Construction Projects. *ITcon Vol. 28 (2023), Samuelson & Stehn, pg. 386* Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/357636341_Study_of_Challenges_in_Implementing_Digital_Transformation_in_Construction_Projects [Pristupljeno: 30. lipnja 2024.].
4. Insidico (2024). Insidico moduli. Dostupno na: <https://insidico.com/modul/> [pristupljeno 2. lipnja 2024.]
5. Jaworski, P., (n.d.). ERP: 6 benefits for your construction business. Dostupno na: <https://www.4psgroup.com/insights/blog-erp-6-benefits-for-your-construction-business/> , [pristupljeno 25. lipnja 2024.]
6. Jansson, A. (2017). *Digitalization in the construction industry Potential industry dynamic changes in the construction industry caused by increased usage of building information modeling*. [Online] Department of Technology Management and Economics. Dostupno na: <https://odr.chalmers.se/server/api/core/bitstreams/688950ba-e76e-4b34-84e8-1c90dafa85ae/content>
7. Jurčević, M., Pavlović, M., Šolman, H., (2017). *Opće smjernice za BIM pristup u graditeljstvu*. [Online] HKIG. Dostupno na: <https://www.hkig.hr/Strucno-usavrsavanje/Strucna-izdanja-Komore/Izdanja/Opc%CC%81e-smjernice-za-BIM-pristup-u-graditeljstvu/16> [pristupljeno: 1. lipnja 2024]
8. Keresteny, D. (2023). Integracije u GIS-u: Učinkovito povezivanje prostornih podataka za sigurniji i efikasniji grad. Dostupno na: <https://www.udruga-gradova.hr/integracije-u-gis-u-ucinkovito-povezivanje-prostornih-podataka-za-sigurniji-i-efikasniji-grad/> [pristupljeno: 6. lipnja 2024.]
9. Kotula, Y., (2022). How CAD and BIM Are Changing the Construction Industry. Dostupno na: <https://intelvision.pro/blog/how-cad-and-bim-are-changing-the-construction-industry/> [pristupljeno 6. lipnja 2024.]

10. Lahiani, M. (2020). *Benefits of BIM implementation in the French construction industry*. IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 588. 10.1088/1755-1315/588/4/042055.
11. Koutamanis, A. (2000). *Digital architectural visualization. Automation in Construction*. [https://doi.org/10.1016/S0926-5805\(99\)00018-7](https://doi.org/10.1016/S0926-5805(99)00018-7).
12. Majumder, S., (n.d.), ERP advantages and disadvantages – A detailed guide. Dostupno na: <https://www.method.me/blog/advantages-and-disadvantages-of-erp/> [Pristupljeno 24. lipnja 2024.]
13. Abbott, C., Ozorhon, B., Aouad, G. i Powell, J. (2010). *Innovation in Construction: A Project Lifecycle Approach*. Dostupno na: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1235.1203> [Pristupljeno: 3. srpnja 2024.].
14. Marwah, K. (2023). Top Pros & Cons of BIM Technology: Is it Worth Implementing?. Dostupno na: <https://www.aeodc.com/top-pros-cons-of-bim-technology-is-it-worth-implementing/> [Pristupljeno 12. lipnja 2024.]
15. Moslemi, K. (2023). Internet in Construction Site; Comprehensive Guide 2024. Dostupno na: <https://neuroject.com/internet-in-construction/> [pristupljeno: 5. lipnja 2024]
16. Naji, K., Gunduz, M., Alhenzab, F., Al-Hababi, H., Al-Qahtani, A., (2024). *A Systematic Review of the Digital Transformation of the Building Construction Industry*. IEEE Access. 12. 31461-31487. 10.1109/ACCESS.2024.3365934.
17. Nikmehr, B., Hosseini, M.R., Martek, I., Zavadskas, E.K., Antucheviciene, J. (2021). *Digitalization as a Strategic Means of Achieving Sustainable Efficiencies in Construction Management: A Critical Review*. *Sustainability* 2021, 13, 5040. <https://doi.org/10.3390/su13095040>
18. Schevers, H., Mitchell, J., Akhurst, P., Marchant, D., Bull, S., McDonald, K., Drogemuller, R. i Linning, C. (2007). 'Towards digital facility modelling for Sydney Opera House using IFC and semantic web technology', *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 12(July), pp. 347–362.
19. Huang, T., Kong, C.W., Guo, H.L. i Baldwin, A. (2007). 'A virtual prototyping system for simulating construction processes', *Automation in Construction*, 16(5), pp. 576–585.
20. Orešković, M. (2019). 'Monitoring graditeljskog projekta', *Gradjevinar*, 71(11), pp. 965-973. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/331495> [Pristupljeno: 13. lipnja 2024]

21. Panenkov, A., Lukmanova, I., Kuzovleva, I., Bredikhin, V., (2021). *Methodology of the theory of change management in the implementation of digital transformation of construction: problems and prospects*. E3S Web of Conferences. 244. 05005. 10.1051/e3sconf/202124405005.
22. Dunston, P., Wang, X. (2005). 'Mixed Reality-Based Visualization Interfaces for Architecture, Engineering, and Construction Industry', *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(12), pp. 1301-1310. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2005\)131:12\(1301\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:12(1301)).
23. Paramasivam, C.R. (2019). 'Merits and Demerits of GIS and Geostatistical Techniques'. *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS*, 8(1), pp. 1-8. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/333510563_Merits_and_Demerits_of_GIS_and_Geostatistical_Techniques [Pristupljeno: 28. lipnja 2024]
24. Pedamkar, P. (2023) What is GIS?. Dostupno na: <https://www.educba.com/what-is-gis/> [pristupljeno 24. lipnja 2024]
25. Planradar (2023), 7 Benefits of using a construction document management system. Dostupno na: <https://www.planradar.com/sa-en/benefits-of-construction-document-management-system/> [pristupljeno 29. lipnja 2024]
26. Prior (n.d.) BIM metodologija. Dostupno na: <https://www.prior.hr/rjesenja/bim-metodologija/> [Pristupljeno 22. lipnja 2024.]
27. Puolitaival, T., Kestle, L. i Kähkönen, K. (2018). 'What's the real story around digital technologies in construction management?', *AUBEA 2018: Educating Building Professionals for the Future in the Globalised World*, Singapore, 2018, pp. 1-12. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/359106894_What%27s_the_real_story_around_digital_technologies_in_construction_management (Pristupljeno: 20. lipnja 2024).
28. Traxxeo. (n.d.). Financial management of construction projects: Cost management best practices for the construction industry. Dostupno na: <https://traxxeo.com/en/blog-en/cost-management/financial-management-of-construction-projects-cost-management-best-practices-for-the-construction-industry/> [Pristupljeno: 28. lipnja 2024.].
29. Udruga DESA – Dubrovnik i projektni partneri, (2015). *GIS radionica: Osnove GIS-a*. [Online] Urban planning 4 citizens. Dostupno na: https://www.up4c.eu/wp-up4c/wp-content/uploads/2015/02/gis_osnove.pdf [pristupljeno: 28. svibnja 2024.]

30. Winch, G.M. (2010), Managing construction projects. [Online] Dostupno na:
<https://books.google.hr/books?id=z8bwas7GGEkC> [pristupljeno: 28. lipnja 2024]

POPIS SLIKA

| | |
|---|----|
| Slika 1 Prikaz organizacijske sheme funkcija na građevinskom projektu (Orešković, 2019:3) | 5 |
| Slika 2 Prikaz standardnih uloga na projektu (Jurčević i dr., 2017:28) | 6 |
| Slika 3 Stupovi digitalne transformacije (Nikhmer i dr., 2021:3)..... | 7 |
| Slika 4 Prikaz glavnih dijelova BIM sustava. (Prior, n.d.)..... | 12 |
| Slika 5 Prikaz rasterskih podataka. (Udruga DESA, 2015:4) | 15 |
| Slika 6 Prikaz modula financije gradilišta unutar Insidico aplikacije | 23 |

POPIS TABLICA

| | |
|---|----|
| Tablica 1 Primjer atributnih podataka | 15 |
|---|----|