

SMJERNICE ZA DIGITALIZACIJU I MODERNIZACIJU GRADILIŠNIH PROCESA

Nužnost digitalnog razvoja
građevinske industrije

 **HGK** HRVATSKA
GOSPODARSKA
KOMORA





IZDAVAČ

Hrvatska gospodarska komora

ZA IZDAVAČA

dr.sc. Luka Burilović

UREDNIŠTVO

Mirjana Čagalj
Katarina Sikavica

AUTORI SMJERNICA

Centar za digitalnu izgradnju Hrvatska
Monika Mlakić, mag. ing. aedif.
Goran Anić, mag. ing. aedif.
Vedran Orešić, dipl. ing. arh.
Filip Andabaka, univ. bacc. aedif.
Dejan Dragić, mag. ing. aedif., univ. spec. aedif.
Boško Mišlov, dipl. ing. građ.
Marko Šimac, mag. ing. aedif., univ. spec. aedif.

GRAFIČKO OBLIKOVANJE

Emil Čubretović

LEKTOR

Sandra Baksa

Zagreb, kolovoz 2025.

Zabranjeno je kopiranje, umnožavanje i upotreba podataka, bilo kojeg dijela ili u cijelosti, bez pisanog odobrenja izdavača.

SADRŽAJ

UVOD	4
01. UVIDI IZ ANALIZE ECSO (EUROPEAN CONSTRUCTION SECTOR OBSERVATORY), 2021.	5
02. UVIDI IZ NACIONALNOG ISTRAŽIVANJA O STUPNJU DIGITALIZACIJE GRADITELJSTVA	7
2.1. Razina digitalizacije u organizacijama	7
2.2. Prepreke i ograničenja	9
2.3. Zaključci istraživanja	9
03. ANALIZA I UVIDI TRENUTNOG STANJA U REPUBLICI HRVATSKOJ	11
3.1. Ljudski čimbenici u procesu digitalne prilagodbe gradilišta: izazovi i preporuke	11
3.1.1. Identificirani izazovi u digitalnoj prilagodbi gradilišta	11
3.1.2. Preporuke za unaprjeđenje procesa digitalizacije	13
3.2. Digitalni alati u građevinskoj industriji: izazovi i preporuke	15
3.2.1. Identificirani izazovi u digitalnoj prilagodbi gradilišta	15
3.2.2. Preporuke za unaprjeđenje procesa digitalizacije	16
3.3. Regulatorni okviri za primjenu digitalnih procesa: izazovi i preporuke	17
ZAKLJUČAK	22
DODATAK 1: PRIMJERI MOGUĆEG KORIŠTENJA DIGITALNIH TEHNOLOGIJA NA GRADILIŠTU	23

UVOD

Ovaj dokument izrađen je u suradnji Hrvatske gospodarske komore (HGK) i članova Centra za digitalnu izgradnju Hrvatska, s ciljem pružanja početnih smjernica za primjenu digitalnih rješenja na gradilištima. Dokument je namijenjen svim dionicima građevinskog sektora – od malih i srednjih poduzeća do velikih izvođača – koji žele unaprijediti učinkovitost, sigurnost i transparentnost izvođenja radova upotrebom suvremenih digitalnih alata.

Naglasak nije na potpunoj transformaciji poslovanja, već na postupnom i praktičnom uvođenju pametnijih digitalnih rješenja u svakodnevne operacije. Takav pristup omogućuje organizacijama da u skladu sa svojim kapacitetima i potrebama implementiraju tehnologije koje donose mjerljive koristi, bez stvaranja dodatnoga operativnog opterećenja.

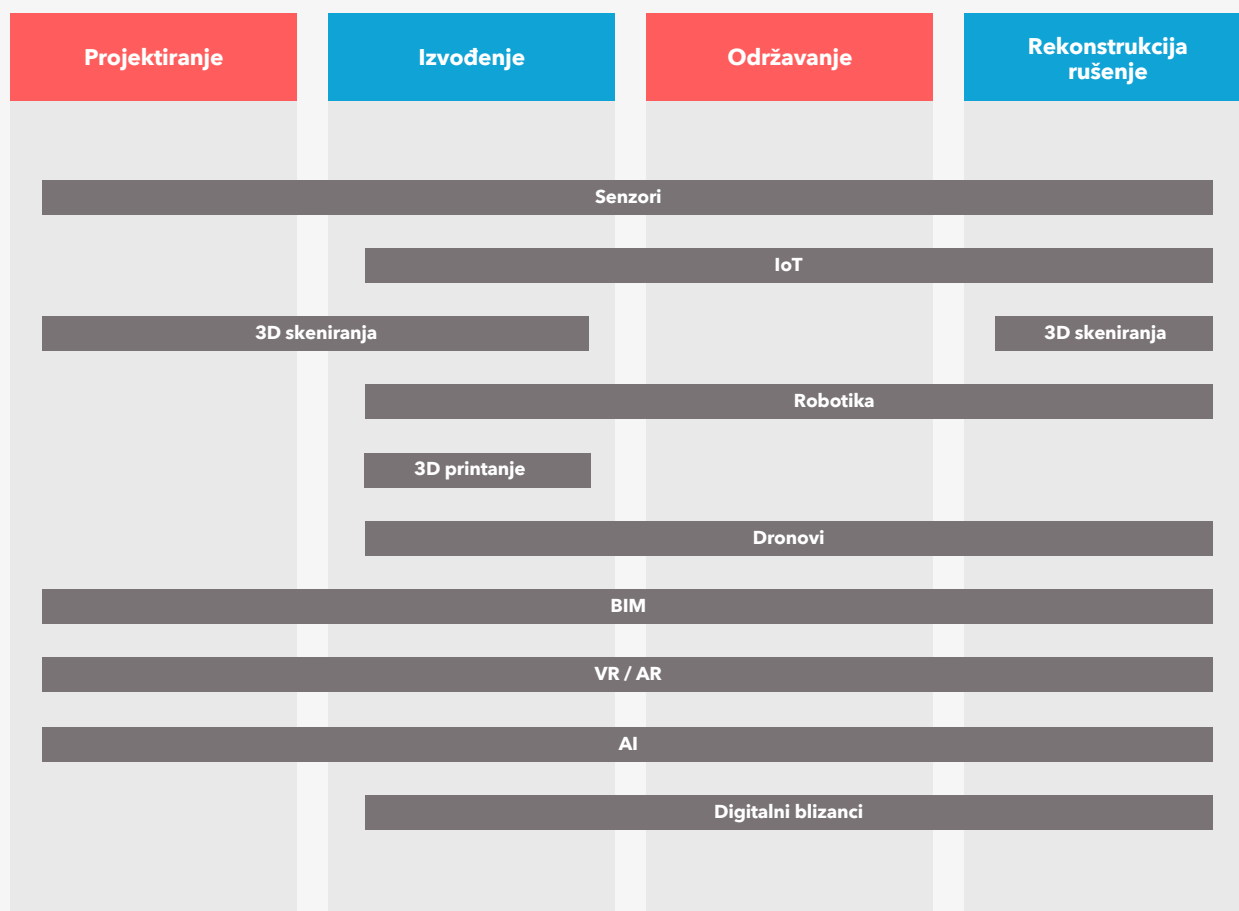
Smjernice su razvijene na temelju uvida iz europskih i nacionalnih istraživanja, konkretnih iskustava domaćih građevinskih tvrtki te u skladu s aktualnim zakonodavnim okvirom i strateškim dokumentima Republike Hrvatske. Cilj je pružiti realne preporuke i operativne korake koji će omogućiti brži, sigurniji i kvalitetniji prijelaz na digitalno podržan način izvođenja građevinskih projekata.



01

UVIDI IZ ANALIZE ECSO (EUROPEAN CONSTRUCTION SECTOR OBSERVATORY), 2021.

Digitalizacija građevinskog sektora prepoznata je kao ključna za podizanje konkurentnosti, održivosti i otpornosti europskoga gospodarstva. Građevinski sektor čini oko devet posto bruto domaćeg proizvoda Europske unije i zapošljava oko 18 milijuna ljudi, no ujedno se suočava s brojnim izazovima – od niske produktivnosti i starenja radne snage do visokih razina otpada i emisije CO₂. Digitalne tehnologije – uključujući senzore, IoT, BIM, digitalne blizance, robote i umjetnu inteligenciju – nude rješenja koja mogu transformirati način na koji planiramo, gradimo i upravljamo izgrađenim prostorom.



Rezultati analize ECSO (European Construction Sector Observatory), 2021.

Izveštaj Digitalisation in the Construction Sector – Analytical Report objavljen je u travnju 2021. u sklopu projekta European Construction Sector Observatory (ECSO), a predstavlja najopsežniju analizu digitalne zrelosti građevinskog sektora u Europskoj uniji do danas. U izvještaju se kombiniraju podaci iz anketa, intervju s dionicima, analiza politika i Googleovih trendova kako bi se procijenilo stvarno stanje i potencijal digitalnih tehnologija u građevinarstvu. Premda je riječ o izvještaju starom četiri godine, on ostaje posljednji sistematski dokument takve vrste koji je objavila Europska komisija te služi kao važno polazište za analizu trenutačne situacije.

U razdoblju od 2021. do danas došlo je do djelomičnih pomaka, no većina temeljnih izazova i dalje je prisutna. Upravo je ta dinamika – stabilnost problema i sporost napretka – obrađena u drugom poglavlju istraživanja, koje nadograđuje i uspoređuje stanje na temelju ovih inicijalnih podataka.

U izvještaju Digitalisation in the Construction Sector – Analytical Report iz 2021. Europski opservatorij građevinskog sektora (ECSO) sistematizirao je 10 ključnih tehnologija koje se smatraju jezgrenom infrastrukturom digitalne prilagodbe graditeljstva. Te tehnologije obuhvaćaju široki spektar inovacija – od informacijskih modela i senzora do umjetne inteligencije, a zajednički im je cilj povećanje učinkovitosti, transparentnosti i održivosti unutar sektora. Iako dijagram koji prikazuje rezultate analize iz izvještaja prikazuje tipične faze u kojima se pojedine tehnologije koriste, vjerojatno bi se većina hrvatskih inženjera složila da se neke od njih mogu učinkovito primjenjivati i u drugim fazama. Primjerice, dronovi se ne koriste isključivo u fazi izvođenja, već i tijekom projektiranja za snimanje podloga i terena; 3D skeniranje može se primijeniti i u fazi održavanja, i slično. Budući da je dijagram preuzet iz izvornog izvještaja, nije mijenjan, no takva fleksibilnost u primjeni tehnologija svakako je važna za razumijevanje njihovog punog potencijala.

U nastavku se daje sustavni prikaz tih 10 tehnologija i pozicioniranje Hrvatske u odnosu na ostatak EU-a, prema nalazima istraživanja.

Republika Hrvatska ostvarila je prepoznatljiv napredak u području digitalizacije javnih usluga, osobito kroz sustav eDozvola, koji omogućava digitalno podnošenje zahtjeva i izdavanje građevinskih dozvola. Međutim, integracija tog sustava s BIM-om i ostalim digitalnim alatima ostaje neprovedena, što ograničava učinkovitost i interoperabilnost u građevinskim procesima.

Tehnologija	Hrvatska razina usvajanja	EU prosjeak	Komentar
Senzori	●●○○○ (nisko)	●●●○○	Sporadična primjena u nadzoru okoliša i sigurn.
IOT (Internet stvari)	●○○○○ (vrlo nisko)	●●●○○	Slaba svijest i minimalna primjena
3D skeniranje	●●○○○ (nisko)	●●●○○	Korištenje ograničeno na specif. slučajeve
Robotika	○○○○○ (zanemarivo)	●●○○○	Nema komercijalne primjene
3D printanje	●○○○○ (vrlo nisko)	●●○○○	Nema aktivnih građevinskih primjena
Dronovi	●●●○○ (umjereno)	●●●○○	Rastuća primjena u geodeziji i nadzoru
BIM	●●○○○ (ispod prosjeka)	●●●○○	Nije obvezan u javnoj nabavi, slab interes
Digit. dozvole (eDozvola)	●●●●○ (visoko)	●●●○○	Jedna od najnaprednijih funkcionalnosti u RH

Nova Strategija digitalne Hrvatske 2032. postavlja temelje za daljnju digitalnu prilagodbu gospodarstva sa četiri strateška cilja, uključujući digitalizaciju javne uprave i jačanje digitalnih kompetencija. U kontekstu građevine relevantni su ciljevi razvoja digitalnih usluga za poduzetnike, jačanje digitalnih inovacijskih centara (DIH/EDIH) te osnaživanje SME sektora u primjeni naprednih tehnologija.

UVIDI IZ NACIONALNOG ISTRAŽIVANJA O STUPNJU DIGITALIZACIJE GRADITELJSTVA

Od rujna do studenog 2023. Centar za digitalnu izgradnju Hrvatska je u suradnji s Hrvatskim savezom građevinskih inženjera, Građevinskim fakultetom Sveučilišta u Rijeci i partnerskim tvrtkama proveo Nacionalno istraživanje o stupnju digitalizacije hrvatskoga graditeljstva. Cilj toga istraživanja bio je dublje razumijevanje stupnja digitalizacije u građevinskoj industriji u Hrvatskoj, identificiranje ključnih aspekata digitalizacije te prepoznavanje izazova i mogućnosti koje pruža digitalna prilagodba u građevinskom sektoru. Kroz navedenu inicijativu Centar za digitalnu izgradnju imao je namjeru osigurati relevantne i pouzdane podatke o trenutačnom stanju digitalizacije u graditeljstvu radi predlaganja strategija i smjernica za daljnji napredak i unaprjeđenje te ključne industrije u Hrvatskoj.

> 2.1. Razina digitalizacije u organizacijama

Većina organizacija, njih oko 34,1 posto, nalazi se u fazi implementacije digitalnih rješenja već duže vrijeme, što sugerira njihovu svjesnost važnosti digitalne prilagodbe. Međutim, procesi implementacije znatno su složeniji ili sporiji od očekivanoga. Činjenica da je 27,5 posto organizacija već digitalizirano, dok 22 posto tek počinje s digitalizacijom upućuje na različite brzine napretka u digitalnoj prilagodbi između različitih organizacija.

Za jednostavniji pronalazak odgovora ispitanici su se poslužili sljedećim pitanjima: jesu li svi procesi u organizaciji digitalizirani, jesu li procesi u organizaciji povezani digitalnim putem, na koji način arhiviraju podatke završenih projekata, na koji način komuniciraju sa suradnicima te koriste li oblak rješenja.

Iako se oko 39 posto organizacija izjasnilo da ima strategiju ili plan za digitalnu prilagodbu, znatan postotak, njih oko 60 posto, nema jasno definiranu strategiju ili nisu upoznati s njom. Navedena činjenica upućuje na potrebu za boljim vođenjem i definiranjem strategije digitalne prilagodbe. Pozitivno je uočiti da većina organizacija, njih oko 55,5 posto, ulaže u programe obuke i u inicijative za unaprjeđenje digitalne pismenosti svojih zaposlenika. To je vrlo važno jer su zaposlenici osnovni nositelji digitalne prilagodbe i njihova pismenost može biti ključan faktor uspjeha u procesu digitalizacije.

Međutim, činjenica da još uvijek postoji oko 44,5 posto organizacija koje ne provode programe obuke za digitalnu pismenost skreće pozornost na prostor za poboljšanje u području edukacije i osnaživanja zaposlenika. Nedostatak takvih programa može ograničiti organizacije u potpunome iskorištavanju potencijala digitalnih alata i tehnologija. Sudjelovanje na stručnim konferencijama i događajima, praćenje mrežnih publikacija, webinarima i blogova te sudjelovanje u edukacijama i radionicama smatra se najprikladnijim načinom praćenja tržišnih novosti i

>> Kako biste ocijenili nivo digitalizacije u svojoj organizaciji?

34,1%

U fazi smo implementacije već duži period, ali još uvijek nismo završili

27,5%

Digitalizirali smo se



22%

Počeli smo s digitalizacijom, ali smo u ranoj fazi implementacije

9,3%

Uskoro ćemo završiti digitalizaciju poslovnih procesa



7,1%

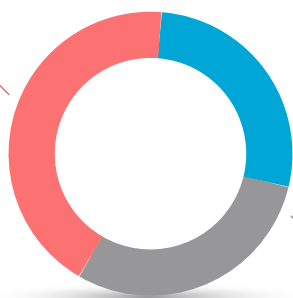
U fazi smo implementacije već duži period, ali nismo još počeli



najnovijih digitalnih dostignuća u građevinskoj industriji. Kada je riječ o edukacijskim pristupima za učenje o digitalnim procesima i novim softverima unutar građevinske industrije, mrežni tečajevi s video lekcijama izdvajaju se kao najučinkovitiji, zajedno s višednevnim edukacijama uživo, redovitim mrežnim edukacijama i individualnim pristupom s edukatorom.

>> Ima li vaša organizacija strategiju ili plan za digitalnu transformaciju?

DA
39 %



NE
30,2 %

NE ZNAM
30,8 %

Postoje li u vašoj organizaciji programi obuke ili inicijative za poboljšanje digitalne pismenosti zaposlenika?

DA
55,5%



Kakav edukacijski pristup smatrate najefikasnijim za učenje o digitalnim procesima i novim softverima unutar građ. industrije?

- Online tečajevi s video lekcijama
- Višednevna edukacija uživo

> 2.2. Prepreke i ograničenja

Kroz analizu prepreka ili ograničenja za implementaciju digitalnih procesa u građevinskim organizacijama istaknuto je nekoliko ključnih faktora. Najveći dio ispitanika (41,2 posto) je kao glavnu prepreku naveo ograničene vještine i ekspertizu zaposlenika. Slijedi nedostatak financijskih resursa (26,9 posto), što upućuje na potrebu za dodatnim ulaganjima u digitalnu prilagodbu. Integracija s postojećim sustavom (22,5 posto) također je istaknuta kao izazov koji treba prevladati, dok nezainteresiranost zaposlenika (21,4 posto) i otpor menadžmenta (12,1 posto) također igraju ulogu u otežavanju procesa digitalizacije. Manji broj ispitanika izrazio je zabrinutost za zaštitu

>> Postoje li prepreke ili ograničenja za implementaciju digitalnih procesa u vašoj organizaciji?



podataka (3,3 posto). S obzirom na različite izazove s kojima se organizacija suočava, jasna je potreba za stratejskim i koordiniranim djelovanjem kako bi se prevladale prepreke i omogućila uspješna implementacija digitalnih procesa. Ispitanici su identificirali određena područja unutar tvrtke koja bi se mogla znatno poboljšati primjenom digitalnih rješenja. Posebno se ističu potreba za poboljšanjem upravljanja dokumentima (62,4 posto), projektiranje i modeliranje (59,7 posto) te komunikacija i suradnja (59,1 posto). Nadalje, istaknuta su područja analize podataka i izvještavanja (52,5 posto) te planiranja projekata (47,5 posto) kao potencijalno važna za digitalnu prilagodbu. Kada je riječ o zahtjevima klijenata vezanima uz digitalne procese ili tehnološka rješenja na projektu, ispitanici su iznijeli različite informacije. Uočena je varijacija, pri čemu su pojedini izjavili da se rijetko susreću s takvim zahtjevima (31,9 posto), dok drugi primjećuju porast zahtjeva za primjenom BIM tehnologija (26,9 posto) ili mobilnih aplikacija za komunikaciju (11,5 posto). Navedena raznolikost upućuje na potrebu za prilagodbom organizacija kako bi se zadovoljili sve veći zahtjevi klijenata u digitalnom okruženju.

> 2.3. Zaključci istraživanja

Većina ispitanika vjeruje da je digitalna prilagodba ključan faktor za dugoročan uspjeh njihovih organizacija, pri čemu većina smatra da će se digitalizacija u građevinskoj industriji temeljiti na

povećanju opsega primjene BIM-a, boljoj interoperabilnosti digitalnih alata i softvera te većoj primjeni platformi temeljenih na oblaku. Nadalje, ističu se i očekivanja od održivih digitalnih rješenja, implementacije AI tehnologija i kontinuiranog razvoja mobilnih aplikacija za poboljšanje procesa u industriji. Važno je istaknuti to da je jedan od važnijih podataka istraživanja činjenica da većina organizacija (oko 55,5 posto) ulaže u programe obuke za poboljšanje digitalne pismenosti zaposlenika. Međutim, oko 44,5 posto organizacija nema takve programe, što upućuje na prostor za djelovanje organizacija, udruga i profesionalnih organizacija. Jedan od pokazatelja manjka profesionalne edukacije jest i činjenica da se kao jedna od osnovnih prepreka za digita-

>> Postoje li određena područja vaše tvrtke za koja smatrate da bi digitalizacija mogla imati značajan utjecaj?



62,4%

Upravljanje
dokumentima



59,7%

Projektiranje i
modeliranje



59,1%

Komunikacija i
suradnja



52,5%

Analiza podataka
i izvještavanje

lizaciju navode ograničene vještine zaposlenika. Centar za digitalnu izgradnju Hrvatska zajedno sa svojim partnerima djeluje u području edukacije i podizanja razine svijesti članova građevinskog sektora kroz organizaciju radionica, seminara i konferencija te navedeno ističe kao jedan od glavnih ciljeva i za buduće djelovanje. Većina je organizacija (oko 34,1 posto) trenutno u procesu implementacije digitalnih rješenja, što upućuje na svijest o važnosti digitalne prilagodbe. Međutim, taj proces može biti složeniji ili sporiji od očekivanog. S druge strane, 27,5 posto organizacija već je digitalizirano, dok ih 22 posto tek počinje s digitalizacijom, što upućuje na varijabilne brzine napretka u digitalnoj prilagodbi među organizacijama. Unatoč tomu što oko 39 posto organizacija ima strategiju ili plan za digitalnu prilagodbu, znatan broj (oko 60 posto) nema jasno definiranu strategiju ili nije upoznat s njom, što ističe potrebu za boljim vođenjem i definiranjem strategije digitalne prilagodbe. Iako se važnost digitalne prilagodbe prepoznaje, organizacije se suočavaju s izazovima u implementaciji, dok mnoge nemaju jasno definiranu strategiju. Navedeno upućuje na potrebu za boljim upravljanjem i usmjeravanjem u procesu digitalne prilagodbe kako bi se osiguralo da organizacije iskoriste puni potencijal digitalnih alata i tehnologija.

ANALIZA I UVIDI TRENUTNOG STANJA U REPUBLICI HRVATSKOJ

U vijećnici Hrvatske gospodarske komore 21.5.2025. godine u organizaciji Hrvatske gospodarske komore i Centra za digitalnu izgradnju Hrvatska održan je stručni skup na temu primjene digitalnih rješenja na gradilištu. Stručni skup je ponudio panel diskusiju između predstavnika hrvatskih najvećih izvođačkih tvrtki: STRABAG, KAMGRAD, ING-GRAD i GP KRK, te na osnovu uvida ponudio analize i uvide trenutnog stanja iz nekoliko aspekata: Ljudi i organizacija, Alati i Regulacije. Na osnovu navedenih uvida analiziramo trenutačno stanje te nudimo strateške smjernice kao početnu točku za daljnju raspravu i organizaciju edukacijskih događaja.

> 3.1. Ljudski čimbenici u procesu digitalne prilagodbe gradilišta: izazovi i preporuke

Digitalizacija građevinskog sektora, osobito u fazi izvođenja radova, postaje imperativ za podizanje razine učinkovitosti, sigurnosti, transparentnosti i kontrole kvalitete. Iako se na razini tehnološke infrastrukture bilježi napredak u dostupnosti digitalnih alata – uključujući BIM sustave, eGrađevinski dnevnik i eDozvolu – njihova operativna integracija u svakodnevnu praksu gradilišta nailazi na brojne prepreke. Ključne barijere pritom nisu tehnološke, već organizacijske i sociološke prirode, s naglaskom na upravljanje promjenama, kulturu organizacije i kompetencije zaposlenika. Ovo poglavlje analizira ljudsku dimenziju digitalne prilagodbe kroz prizmu aktualnih izazova i daje preporuke za održivu provedbu promjena, temeljene na dijalozima s dionicima sektora.

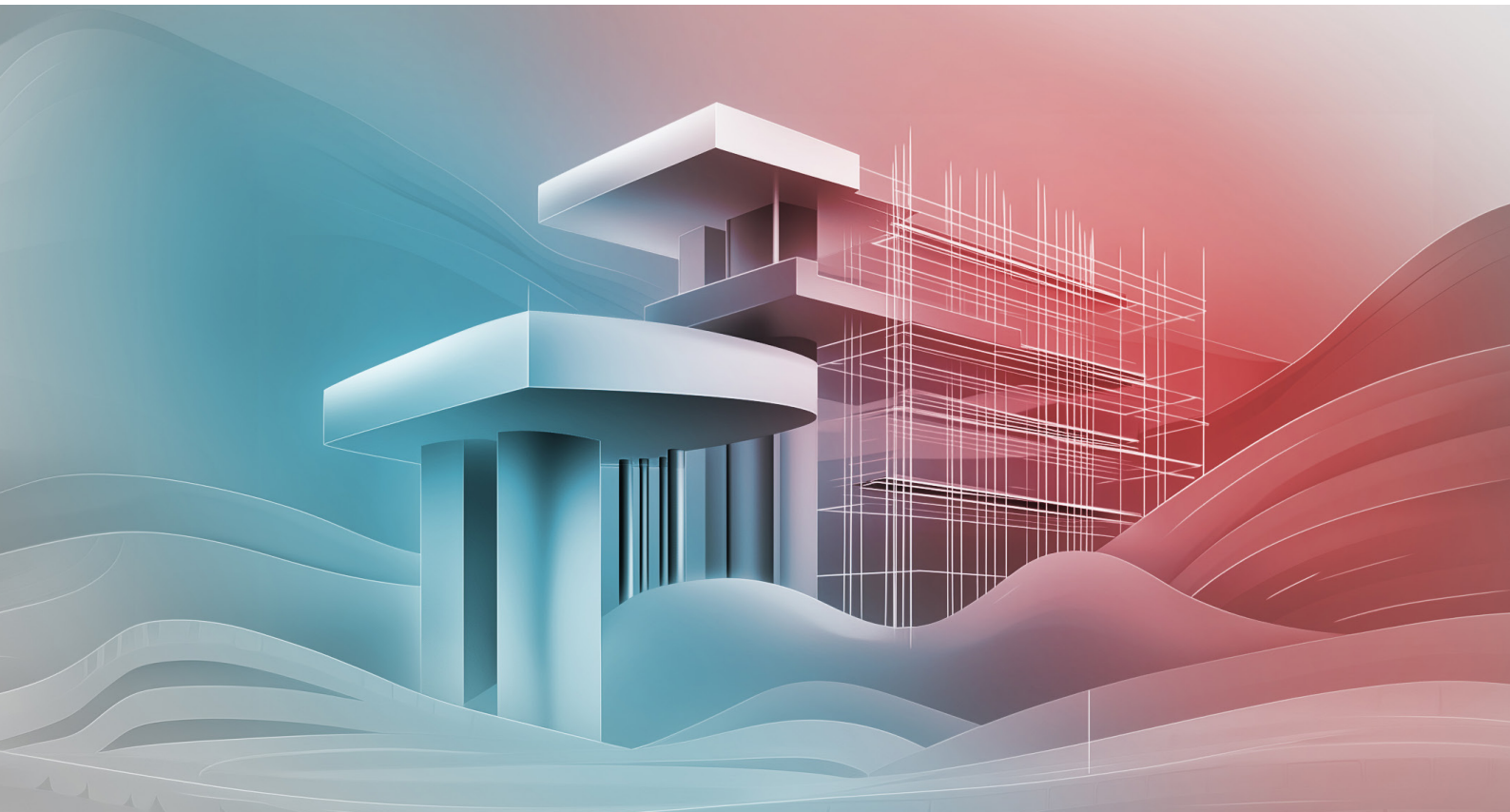
Digitalizacija građevinskih procesa sve više postaje neizostavan element javnih politika i zakonodavnog okvira. Od 2022. godine na snazi su zakonski obvezni alati kao što su eGrađevinski dnevnik i eDozvola, a najavljena je i obveza korištenja BIM metodologije za sve javne projekte od 2030. godine. Unatoč regulatornim poticajima, brojni izvođači još uvijek pristupaju digitalnim alatima kao sredstvu za administrativno ispunjenje formalnih zahtjeva, umjesto kao platformi za reorganizaciju poslovnih procesa.

Zbog toga je nužno usmjeriti analitički fokus s tehnologije na ljudski kapital kao temeljni preduvjet uspješnog uvođenja digitalnih rješenja – posebno na razini operativnog izvođenja, gdje su otpor prema promjenama, nedostatak edukacije i upravljačka pasivnost često glavni uzroci neuspjeha.

3.1.1. Identificirani izazovi u digitalnoj prilagodbi gradilišta

Generacijski jaz i heterogenost digitalnih kompetencija

Na gradilištima danas djeluju timovi s velikim rasponom godina iskustva i različitim razinama tehnološke pismenosti. Mladi inženjeri i tehničari, često obrazovani u digitalno orijentiranim



programima, pokazuju visoku razinu adaptabilnosti i otvorenost za nove alate. Nasuprot njima, stariji inženjeri, poslovođe i tehničko osoblje pokazuju višu razinu nepovjerenja i straha od gubitka kontrole ili potrebe za dodatnim naporom.

U nekim slučajevima, stariji zaposlenici izbjegavaju korištenje tableta ili mobilnih aplikacija, čak i kada su u pitanju osnovne funkcije poput zapisivanja zapažanja, što dovodi do „paralelnog vođenja“ digitalne i papirnat e evidencije – suprotnog cilju digitalizacije.

Nepostojanje strukturirane edukacije i razvoja vještina

Velik broj građevinskih tvrtki još uvijek nema formaliziran program digitalne edukacije za svoje zaposlenike. Edukacija se često provodi reaktivno – povodom uvođenja pojedinog alata – bez šireg razumijevanja digitalne strategije i bez diferencijacije sadržaja po razinama upravljanja.

Terensko osoblje često dobiva minimalne upute, bez praktične podrške na gradilištu, dok rukovodeći kadar nerijetko preuzima ulogu pasivnog promatrača, što dodatno otežava prihvatanje alata.

Ograničena podrška menadžmenta i izostanak transformacijskog vodstva

Digitalna tranzicija u građevinskom sektoru najčešće se odvija kao „tehnički projekt“ – u domeni IT službi ili pojedinih entuzijasta – umjesto kao strateški proces organizacijske promjene. Kada promjene nisu jasno podržane i vidljivo promovirane od strane izvršnog menadžmenta, operativna provedba nailazi na otpor ili pasivnost.

Primjeri iz prakse pokazuju da organizacije u kojima uprava redovito koristi iste digitalne alate kao i operativno osoblje postižu bržu i učinkovitiju transformaciju, jer šalju jasan signal o važnosti promjene.

3.1.2. Preporuke za unaprjeđenje procesa digitalizacije

Participativna implementacija i inkluzivni dizajn promjena

Ključ uspješne digitalne prilagodbe leži u participativnom pristupu, pri čemu se promjene ne nameću „odozgo“, već se razvijaju u suradnji sa svim razinama zaposlenika. Uspostava fokus grupa, pilot-projekata i testnih okruženja omogućava zaposlenicima da sudjeluju u oblikovanju alata, testiraju funkcionalnosti i izraze svoje potrebe i prijedloge. Takav pristup potiče osjećaj vlasništva nad promjenom, smanjuje organizacijski otpor te omogućuje ranu identifikaciju tehničkih i proceduralnih barijera.

Primjer iz prakse: Uvođenje mobilne aplikacije za dnevne evidencije radova uz istovremenu edukaciju i uključivanje poslovođa u testnu fazu rezultiralo je 40% većom stopom usvajanja u odnosu na organizacije koje su alat implementirale bez prethodnog savjetovanja s korisnicima.

Uspostava mreže „digitalnih ambasadora“

Jedan od najučinkovitijih pristupa u provođenju digitalnih promjena jest razvoj unutarnje mreže ambasadora digitalizacije. Riječ je o zaposlenicima s izraženim digitalnim kompetencijama i afinitetima prema tehnologiji, koji se formalno osnažuju za ulogu mentora i edukatora unutar svojih timova. Njihova uloga uključuje:

-
- inicijalnu obuku i kontinuiranu tehničku podršku kolegama,
 - identificiranje operativnih problema u radu s alatima,
 - povratnu komunikaciju s implementacijskim timovima.
-

Ovaj pristup omogućuje decentraliziranu podršku, jača povjerenje među kolegama i ubrzava usvajanje tehnologije kroz horizontalno učenje.

Razvoj modularnih i višerazinskih edukacijskih programa

Jedna od najčešće identificiranih slabosti u praksi digitalizacije gradilišta jest nedostatak strukturiranih edukacijskih programa. Kako bi se uvođenje digitalnih rješenja uistinu ukorijenilo u organizaciju, edukacija mora biti:

-
- kontinuirana, a ne jednokratna,
 - ciljano dizajnirana prema ulogama (terensko osoblje, inženjerski kadar, uprava),
 - modularna, s mogućnošću kombiniranja formalnih radionica, online sadržaja i učenja na radnom mjestu (on-the-job learning).
-

Primjeri modula uključuju:

-
- Osnove korištenja eGrađevinskog dnevnika
 - Pregled BIM modela i kolaboracija za inženjere gradilišta
 - Digitalno upravljanje gradilišnom dokumentacijom.
-

Preporuča se uspostava internih digitalnih akademija ili suradnja s visokoobrazovnim ustanovama i industrijskim konzultantima.

Upravljanje međugeneracijskom dinamikom i prijenos znanja

S obzirom na izražen generacijski jaz u digitalnoj pismenosti, posebno između inženjerskog kadra mlađe generacije i iskusnih inženjera i voditelja radova, nužno je uspostaviti formalne mehanizme za međugeneracijski transfer znanja. Ovaj proces mora biti dvosmjern:

-
- Mlađi zaposlenici (digitalno kompetentni) mogu pružati tehničku pomoć i uvoditi kolege u korištenje digitalnih alata.
 - Iskusniji zaposlenici prenose znanja o praktičnim aspektima izvođenja, sigurnosti i kontekstu primjene tehnologije.
-

Ovakva sinergija potiče organizacijsko povjerenje i smanjuje polarizaciju među generacijama, a istovremeno doprinosi očuvanju akumuliranog znanja unutar organizacije.

Transformacijsko vodstvo i strateško pozicioniranje digitalizacije

Digitalna transformacija mora biti institucionalno sidrena unutar strategije organizacije, a ne izolirani projekt pojedinca ili odjela. Za to je nužan transformacijski model vodstva, pri čemu izvršni menadžment preuzima ulogu promotora, sponzora i korisnika novih tehnologija. Ključni elementi uključuju:

-
- Jasnu viziju digitalne prilagodbe, integriranu u strategiju razvoja tvrtke.
 - Definiranje KPI-eva (npr. % digitalno vođenje gradilišta, vrijeme unosa podataka, razina usvojenosti alata).
 - Dodjelu resursa: edukacijskih budžeta, IT podrške i vremena za implementaciju.
 - Komunikaciju uspjeha – dijeljenje pozitivnih primjera i mjerenje rezultata.
-

Transformacijsko vodstvo mora osigurati da digitalizacija ne ostane „projekt IT-a”, već se prepozna kao organizacijska nužnost koja doprinosi konkurentnosti i prilagodljivosti tvrtke.

Prilagodba digitalnih alata stvarnom kontekstu gradilišta

Osim ljudi, i sama tehnologija mora biti prilagođena svakodnevnim uvjetima na gradilištu. To uključuje:

-
- dizajn sučelja prilagođen korisnicima bez IT pozadine,
 - rad u offline uvjetima (za udaljena gradilišta bez stalnog interneta),
 - brzo pokretanje aplikacija i responzivnost alata,
 - jednostavno unošenje podataka na terenu (npr. glasovno, slikovno, skeniranjem QR kodova).
-

Tek uz tehnološku i organizacijsku integraciju moguće je ostvariti funkcionalnu digitalizaciju koja zaista mijenja praksu.

Digitalna transformacija gradilišta mora se promatrati kao sustavni organizacijski proces u kojem tehnologija predstavlja samo jedan dio složenog ekosustava. Ključ uspjeha leži u adekvatnom upravljanju promjenama, razvoju kompetencija zaposlenika i stvaranju organizacijske kulture spremne na učenje i prilagodbu. U tom kontekstu, ljudski čimbenik postaje najvažniji resurs uvođenja digitalnih rješenja.

> 3.2. Digitalni alati u građevinskoj industriji: izazovi i preporuke

Učinkovita primjena digitalnih alata u građevinskom sektoru, osobito u fazi izvođenja radova, ključna je za ostvarenje većeg stupnja produktivnosti, transparentnosti i kvalitete projektne isporuke. Srednja i velika građevinska poduzeća u pravilu su već implementirali uredske i administrativne sustave, poput ERP-a i sustava za dokumentacijsko upravljanje, te imaju taj segment digitalne infrastrukture relativno dobro razvijen i funkcionalno integriran u svakodnevne poslovne procese. Međutim, digitalna zrelost na razini samog gradilišta i dalje je niska – primjena tehnologija u terenskim uvjetima često je ograničena, fragmentirana i bez sustavne integracije s centralnim informacijskim sustavima.

U ovom poglavlju analizira se niz izazova povezanih s implementacijom digitalnih alata na gradilištima i u uredima građevinskih poduzeća – uključujući tehničke, organizacijske i komunikacijske barijere. Poseban naglasak stavlja se na nerazvijenost internih digitalnih strategija, problem nedostatne interoperabilnosti, neusklađenost očekivanja među dionicima te ograničenu dostupnost infrastrukture na terenu.

3.2.1. Identificirani izazovi u digitalnoj prilagodbi gradilišta

Dominacija eksterno uvjetovane implementacije

Primjena digitalnih alata u značajnom broju slučajeva nije rezultat sustavne interne strategije, već odgovor na uvjete iz natječajne dokumentacije ili zahtjeve investitora. Takav pristup rezultira time da implementacija ostaje površna, formalna i neodrživa. Alati se koriste radi „pro forme” zadovoljavanja ugovornih obveza, dok njihova funkcionalna primjena u svakodnevnim procesima izostaje.

Fragmentacija digitalne infrastrukture

Unutar implementacije BIM sustava, jedno od ključnih uskih grla leži u nedovoljno usklađenim i često nerealnim zahtjevima investitora. Naime, dok sve više organizacija posjeduje razne softverske alate za upravljanje projektima, ti alati najčešće nisu međusobno povezani niti integrirani u širi, konzistentan sustav. To dovodi do značajne fragmentacije podataka, dupliciranja aktivnosti i gubitka informacija kroz različite faze projekta.

Poseban izazov predstavlja nedostatak standardizacije i razlike u interpretaciji razina detalja i informacijskog sadržaja modela (LOD – Level of Development / LOIN – Level of Information Need). U praksi to znači da se BIM modeli različito tumače od strane projekatanta, izvođača i nadzora, što dovodi do otežane koordinacije i operativnih zastoja.

Pritom je problematično što investitori, kao ključni naručitelji, često nemaju dovoljno znanja o tome što im stvarno treba u kontekstu digitalnog modeliranja. Nerijetko se zahtjevi prepisuju iz akademskih izvora ili generičkih priručnika, bez kritičkog promišljanja njihove svrhe i primjenjivosti. Takvi zahtjevi rezultiraju izradom BIM modela koji su formalno impresivni, ali funkcionalno neupotrebljivi za konkretne potrebe projekta – bilo da nedostaju ključne informacije za izvođenje (poput materijala, faznosti radova ili točne geolokacije elemenata) ili se traže nepotrebni detalji koji opterećuju timove i troše resurse.

Ugovori i natječajna dokumentacija rijetko uključuju jasno definirane tehničke specifikacije BIM modela, što dovodi do neučinkovite i nestandardizirane razmjene modela među dionicima.

Ograničen doseg mobilnih tehnologija

Premda mobilne aplikacije, 3D skeneri, dronovi, AI tehnologije imaju značajan potencijal za unaprjeđenje izvođenja radova – omogućujući trenutnu provjeru izvedbe, bilježenje napretka i izravnu komunikaciju s uredom – njihova primjena na gradilištima još uvijek nije sustavno uvedena. Uzroci su višestruki: od nedostatka opreme i pristupa internetu, preko tehničke nepismenosti, do slabog razumijevanja koristi od ovih tehnologija na razini terenskog osoblja.

3.2.2. Preporuke za unaprjeđenje procesa digitalizacije

Razvoj interne digitalne strategije s integriranim pristupom različitim tehnologijama

Ključni korak za izvođače je definiranje jasno strukturirane digitalne strategije koja ne ograničava fokus samo na BIM, već uključuje i druge ključne tehnologije koje danas značajno utječu na učinkovitost i kvalitetu radova.



Primjer iz prakse: upotreba dronova omogućuje redovite i brze inspekcije gradilišta, praćenje napretka radova i identifikaciju potencijalnih rizika poput neusklađenosti sa sigurnosnim standardima. IoT senzori mogu pratiti stanje opreme i okoliša u realnom vremenu. 3D lasersko skeniranje pruža visoku preciznost u mjerenju i dokumentiranju trenutnog stanja građevine, što smanjuje rizik od pogrešaka u izvedbi. 360° snimanje stvarnosti omogućuje jednostavan uvid u

trenutno stanje gradilišta i praćenje izvedenosti. AI alati pomažu u analizi velikih količina podataka, predviđanju problema u procesu gradnje ili optimizaciji korištenja resursa. Uključivanjem svih ovih tehnologija u jedinstvenu digitalnu strategiju, izvođači mogu bolje uskladiti resurse, smanjiti greške i povećati produktivnost.

Uvođenje digitalnih ambasadora i BIM koordinatora s tehničkim kompetencijama za ostale tehnologije

Za učinkovitu implementaciju digitalnih alata, nužno je identificirati i educirati zaposlenike koji će postati „digitalni ambasadori“ unutar svojih timova. Ti pojedinci, osim poznavanja BIM procesa, trebaju imati razumijevanje i drugih tehnologija poput dronova za nadzor, snimanja stvarnosti, AR/VR aplikacija za vizualizaciju složenih građevinskih faza te IoT uređaja za praćenje opreme i okoliša. Na primjer, digitalni ambasador može biti osoba koja će voditi obuke kolegama, pomoći u rješavanju problema u radu s novim alatima te osigurati prijenos znanja i najbolje prakse unutar organizacije. Također, BIM koordinator može biti zadužen za integraciju podataka iz različitih izvora i osiguravanje konzistentnosti modela tijekom svih faza projekta.

Praktična edukacija i pilot-projekti za nove tehnologije

Teorijska edukacija treba biti podržana praktičnim primjenama – izvođači bi trebali odmah pokrenuti pilot-projekte u kojima će koristiti dronove za redovne inspekcije, 3D skeniranje za preciznu dokumentaciju te AI alate za analizu prikupljenih podataka i optimizaciju radnih procesa. Primjerice, na jednom manjem gradilištu može se isprobati sustav IoT senzora za nadzor potrošnje energije i praćenje stanja strojeva u realnom vremenu, dok se na većem projektu mogu koristiti AR naočale za vizualizaciju faza izvođenja radova u stvarnom prostoru. Ovi projekti pružaju vrijedne uvide u stvarne izazove i pomažu u prilagodbi tehnologije specifičnim potrebama tvrtke.

Integracija podataka iz različitih izvora u jedinstveni sustav upravljanja

Razviti interne procedure za prikupljanje i objedinjavanje podataka iz BIM modela, IoT senzora, dronova i 3D skenera u centraliziranu platformu ili ERP sustav. Time se smanjuju silosi podataka i povećava dostupnost točnih informacija za donošenje odluka. Jedan od najvećih izazova danas je fragmentacija podataka – informacije se često nalaze u različitim softverskim alatima koji nisu povezani, što otežava koordinaciju i donošenje pravovremenih odluka.

Izvođači bi trebali razviti interne procedure i sustave za objedinjavanje podataka iz BIM modela, IoT senzora, dronova, 3D skenera i drugih izvora u jedinstvenu platformu, PowerBI rješenje ili ERP sustav. Na primjer, centralizirani sustav koji prati status opreme, izmjene u projektu, stanje na terenu i financijske aspekte u realnom vremenu omogućuje menadžmentu pravovremene i informirane odluke, smanjujući rizik od kašnjenja i nepredviđenih troškova.

> 3.3. Regulatorni okviri za primjenu digitalnih procesa: izazovi i preporuke

Digitalizacija građevinskog sektora prepoznata je kao ključni faktor za povećanje konkurentnosti i učinkovitosti u skladu s europskim strateškim dokumentima. Europska unija u svojim smjernicama i direktivama, poput Direktive o javnoj nabavi, daje mogućnost naručiteljima da uvjete ugovora vezano za projekte povežu s obvezom korištenja digitalnih alata i tehnologija. Takav pristup potiče širu primjenu digitalnih rješenja u svim fazama investicijskog ciklusa, od projektiranja do izvedbe i nadzora.

U Hrvatskoj su već učinjeni prvi značajniji iskoraci u digitalizaciji kroz razvoj i implementaciju Informacijskog sustava prostornog uređenja (ISPU). Ovaj sustav omogućuje digitalno vođenje prostornih planova, izdavanje dozvola i upravljanje upravnim postupcima, čime se ubrzava administrativni proces i smanjuje prostor za manualne pogreške.

Ipak, postoje značajni izazovi i praznine u regulatornom okviru koje usporavaju širu i učinkovitu primjenu digitalnih tehnologija na gradilištima. Trenutačni zakonski propisi još uvijek nisu u potpunosti prilagođeni zahtjevima digitalizacije, a primjena digitalnih alata poput BIM-a najčešće je inicirana kroz vanjske zahtjeve tenderskih procedura, a ne kao rezultat interne strateške odluke investitora ili izvođača.

Značajna očekivanja vezana su uz predstojeće izmjene Zakona o gradnji, koje predviđaju obvezu korištenja BIM tehnologije za digitalni model zgrade od 2030. godine. Ova regulativa predstavlja važan korak prema uspostavi jasnih standarda i smjernica, ali njezina učinkovitost ovisit će o detaljnoj definiciji tehničkih i proceduralnih normi.

Uvođenje jasnih i obveznih standarda za primjenu BIM načina rada

Da bi digitalizacija u građevinskom sektoru postala učinkovita i usklađena s međunarodnim praksama, Hrvatska bi trebala razviti vlastiti nacionalni aneks, tzv. BIM protokol na temelju međunarodnog standarda ISO 19650, koji regulira upravljanje informacijama kroz životni ciklus građevinskih objekata koristeći BIM. Ovaj aneks trebao bi biti u potpunosti kompatibilan s europskim standardima, ali prilagođen specifičnostima hrvatskog zakonodavstva i tržišta.

Pored aneksa, ovome bi se mogla dodati standardizacija troškovnika te klasifikacija materijala na nacionalnoj razini, čime bi se stvorila ujednačena osnova za planiranje, obračun i analizu troškova, kao i dosljedna kategorizacija resursa kroz sve faze projekta.

Takav nacionalni aneks obuhvatio bi nekoliko ključnih elemenata:

-
- Hrvatsku nacionalnu konvenciju imenovanja (naming convention), koja osigurava jedinstven i konzistentan način označavanja dokumenata i modela, što je ključno za nesmetanu razmjenu informacija između svih sudionika u projektu.
 - Smjernice za informacijske zahtjeve (Information Delivery Specification, IDS) definirane na način koji omogućava kompatibilnost s europskim standardima, uz uzimanje u obzir razina složenosti, veličine i tipologije projekata u Hrvatskoj
 - Razine detaljnosti (Level of Detail - LOD i Level of Information Need - LOIN), definirane na način koji omogućava kompatibilnost s europskim standardima, uz uzimanje u obzir razina složenosti, veličine i tipologije projekata u Hrvatskoj. Cilj nije izrada rigidnih pravila, već postizanje jasne i zajedničke referentne točke.
 - Preporuke za procese i organizaciju rada, uključujući uloge i odgovornosti sudionika, procedure za reviziju i ažuriranje modela, te načine koordinacije između projekatanta, izvođača i naručitelja.
 - Upute za uspostavu i korištenje zajedničke podatkovne okoline (Common Data Environment, CDE), kao centralnog mjesta za pohranu i razmjenu projektnih podataka, s definiranim pravilima pristupa, verzioniranja i kontrole kvalitete podataka.
-

Dodatno, uključivanje smjernica za upravljanje rizicima, sigurnošću podataka i osiguranje interoperabilnosti između različitih softverskih platformi i alata. Izrada ovakvog aneksa pružila bi pravnu i tehničku sigurnost svim dionicima, smanjila nesporazume i povećala učinkovitost implementacije BIM-a i drugih digitalnih alata u svim fazama projekata, što je ključno za potpunu digitalnu prilagodbu građevinske industrije u Hrvatskoj.

Poticanje edukacije i osposobljavanja svih sudionika u procesu

Regulativa treba sadržavati jasne odredbe o obaveznoj edukaciji zaposlenika, posebno onih koji su uključeni u upravljanje projektima i izvođenje radova, kako bi se osigurala njihova kompetent-

nost u radu s digitalnim tehnologijama. U Hrvatskoj je već postavljen uvjet stručnog usavršavanja za članove relevantnih komora, što predstavlja dobar temelj. Međutim, ovaj koncept trebao bi se dodatno proširiti i formalizirati u segmentu digitalne prilagodbe, s posebnim naglaskom na kontinuirano usavršavanje i certificiranje u području digitalnih alata poput BIM-a, IoT-a, dronova i ostalih naprednih tehnologija.

Primjeri iz prakse drugih zemalja potvrđuju važnost ovakvog pristupa: Danska i Finska u svojim zakonodavstvima već zahtijevaju kontinuiranu edukaciju i certificiranje za rad s BIM-om i povezanim tehnologijama, čime sustavno podižu razinu digitalne pismenosti i osiguravaju visoku kvalitetu implementacije u građevinskom sektoru. Takav pristup ne samo da unaprjeđuje stručne kompetencije, već i jača povjerenje svih sudionika u projekte, smanjuje rizike od pogrešaka te ubrzava prihvaćanje novih tehnologija u praksi.

Uvođenje sličnih zakonskih odredbi u Hrvatskoj bilo bi ključan korak prema održivoj i učinkovitoj digitalnoj prilagodbi sektora, istovremeno pružajući dodatnu sigurnost i predvidivost tržištu te potičući stalni razvoj ljudskih resursa.

Podrška digitalnoj prilagodbi kroz poticaje i financijske instrumente

Regulatorni okvir mogao bi uključivati poticajne mjere, poput sufinanciranja za nabavu digitalnih alata ili poreznih olakšica za projekte koji u potpunosti primjenjuju digitalne tehnologije. Također, može se predvidjeti osnivanje fondova za istraživanje i razvoj u području digitalizacije građevinarstva, što bi omogućilo inovativne pilot projekte i bržu implementaciju novih tehnologija.

Primjer je Njemačka, koja kroz nacionalne programe potiče digitalizaciju malih i srednjih poduzeća (SME), uključujući i građevinski sektor, pružajući financijsku podršku za ulaganja u digitalne tehnologije.

Regulacija i standardizacija upotrebe naprednih tehnologija poput dronova, 3D skeniranja, AI i AR/VR

Kako bi se iskoristile prednosti novih tehnologija, zakonodavstvo treba pružiti jasne smjernice o njihovu sigurnom i etičkom korištenju, uključujući zaštitu podataka i privatnosti, sigurnosne protokole te uvjete za primjenu na gradilištima.

Na primjer, definiranje pravila za prikupljanje i analizu podataka putem IoT senzora i AI algoritama može spriječiti zloupotrebu podataka i osigurati transparentnost procesa.

Fleksibilnost i prilagodljivost zakonskih okvira

S obzirom na brz razvoj tehnologija, zakonski okvir mora biti dovoljno fleksibilan da se brzo prilagođava novim digitalnim alatima i metodama rada, uz redovita ažuriranja i konzultacije s industrijom.

Primjer su redovite revizije i prilagodbe tehničkih propisa u skandinavskim zemljama, koje osiguravaju da zakoni prate tehnološki razvoj i potrebe tržišta.

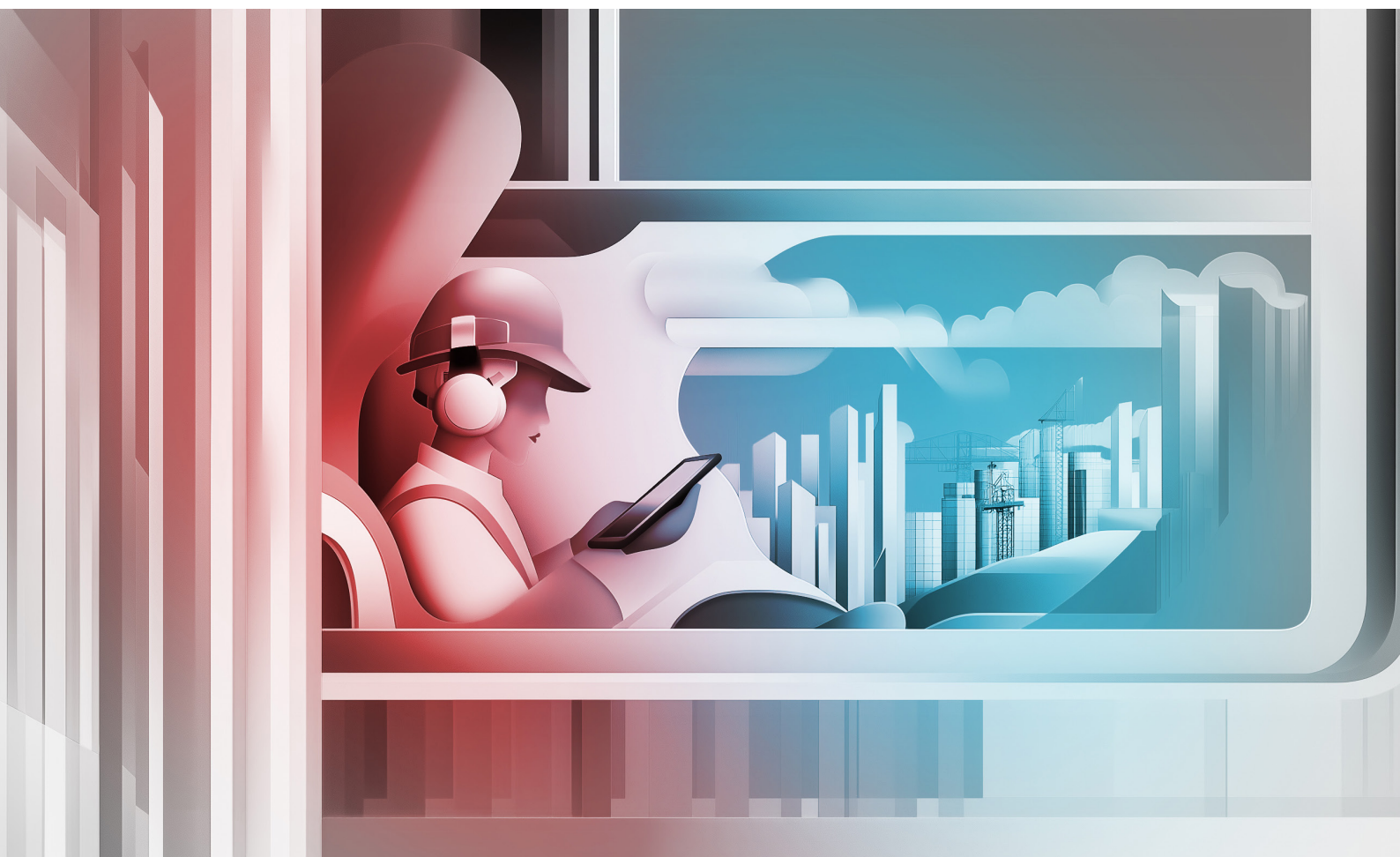
Obrazovanje investitora u javnoj nabavi i raspisivanju natječaja te bodovanju digitalnih procesa i rješenja

Investitori, osobito oni uključeni u procese javne nabave, trebaju proći ciljane edukacijske programe koji će ih osposobiti za razumijevanje i pravilnu integraciju digitalnih tehnologija u svoje projekte. Takva edukacija treba obuhvatiti osnove digitalizacije u građevinarstvu, specifičnosti BIM procesa, te mogućnosti i prednosti primjene naprednih digitalnih alata poput dronova, IoT uređaja i AI sustava.

Posebno je važno da investitori budu upoznati s realnim zahtjevima i tehničkim kriterijima koje treba postaviti u natjecajima, kako bi se izbjegao "overkill" zahtjeva koji su prekomjerni ili

akademski, a neprimjenjivi u praksi. Edukacija bi trebala uključiti primjere dobre prakse i modela bodovanja koji vrednuju stvarnu dodanu vrijednost digitalnih rješenja, a ne samo formalno ispunjavanje tehničkih uvjeta.

Osim toga, preporučuje se razvoj jasnih smjernica i standardiziranih obrazaca za raspisivanje natječaja koji će investitorima omogućiti dosljednu i transparentnu integraciju digitalnih zahtjeva u dokumentaciju. Umjesto sustava bodovanja, koji može biti dvosmislen u kontekstu obveznih zahtjeva, naglasak bi trebao biti na jasnom definiranju minimalnih tehničkih kriterija vezanih uz primjenu digitalnih alata, interoperabilnosti i upravljanja podacima. Na taj način može se izbjeći birokratska složenost, a istovremeno stvoriti predvidivo i poticajno okruženje za izvođače koji već primjenjuju digitalna rješenja u svojem radu.



U konačnici, kontinuirano obrazovanje i podrška investitorima u ovom segmentu ključni su za usklađivanje tržišta s digitalnim trendovima te za ostvarenje pune koristi od digitalizacije građevinskih projekata.

Organizacija radne skupine za digitalizaciju u građevinskom sektoru

Preporučuje se da cjelokupnu koordinaciju i vođenje procesa razvoja regulatornih okvira za digitalizaciju građevinskog sektora preuzme nadležno ministarstvo, poput Ministarstva prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine, u suradnji s relevantnim stručnim tijelima i industrijskim udrugama.

Takav pristup osigurava usklađenost s nacionalnim politikama, pravnim okvirima te strateškim ciljevima razvoja sektora. Za učinkovitu digitalnu prilagodbu građevinskog sektora nužno je osnovati multidisciplinarnu radnu skupinu koja okuplja stručnjake iz područja inženjerstva, BIM-a, informacijskih tehnologija te predstavnike relevantnih ministarstava, tijela za javnu nabavu i industrijskih udruga.

Cilj ove skupine je razvoj i usklađivanje smjernica koje obuhvaćaju tehničke, organizacijske i regulatorne aspekte digitalizacije, kao i prijedlog potrebnih zakonskih i proceduralnih promjena radi poticanja primjene digitalnih tehnologija u sektoru.

Rad skupine treba biti organiziran kroz redovite sastanke i formiranje manjih tematskih podskupina fokusiranih na specifične izazove poput standardizacije, edukacije i implementacije novih tehnologija. Prioritet je osigurati transparentnu komunikaciju s relevantnim dionicima, uključivanje vanjskih stručnjaka te redovito izvještavanje nadležnih tijela i šire industrijske zajednice. Takav koordinirani i integrirani pristup omogućit će učinkovitu razmjenu znanja, sustavno rješavanje izazova te kontinuirani razvoj i primjenu digitalnih rješenja.

Pozitivno je što Hrvatska već ima svoje predstavnike u EU BIM Task grupi, no zbog ograničene aktivnosti do sada, preporučuje se reorganizacija ove suradnje. Potrebno je uključiti veći broj stručnjaka iz različitih segmenata industrije kako bi se osigurala šira i kvalitetnija zastupljenost interesa. Time će se osigurati kontinuirani i sustavni napredak u digitalnoj prilagodbi građevinskog sektora, u skladu s europskim standardima i nacionalnim specifičnostima.

Istovremeno, država treba osigurati redovita i predvidiva financijska sredstva namijenjena izradi smjernica, provođenju pilot-projekata i edukativnih programa. Ova ulaganja ključna su za stvaranje održivog okruženja koje potiče inovacije, testiranje novih tehnologija i široku primjenu digitalnih rješenja u praksi, čime se dugoročno jača konkurentnost i učinkovitost građevinske industrije.

ZAKLJUČAK

Digitalizacija građevinskog sektora više nije mogućnost, već neizbježna nužnost. U trenutku kada se europski sektor ubrzano oslanja na alate poput BIM-a, senzora, robotike, umjetne inteligencije i digitalnih blizanaca, hrvatska građevinska industrija još uvijek pokušava uhvatiti korak. Ključno je naglasiti da uzrok zaostajanja nije nedostatak volje, već kroničan izostanak sveobuhvatne strategije, nedovoljna digitalna edukacija i ograničeni kapaciteti malih i srednjih poduzeća (MSP-ova).

Prema rezultatima Nacionalnog istraživanja, u Hrvatskoj 36% građevinskih firmi je u fazi provedbe digitalizacije, a oko 25% građevinskih tvrtki tek je započelo s aktivnom digitalizacijom, dok se čak trećina još nalazi u fazi pripreme ili nema jasnu strategiju. Samo manji udio ulaže u IKT edukaciju zaposlenika, dok su internetske pretrage vezane uz alate poput BIM-a, senzora i IoT-a do 60% rjeđe nego u većini država članica EU.

Ipak, Hrvatska pokazuje da ima temelje na kojima može graditi. Sustav eDozvola predstavlja jedan od naprednijih regionalnih modela digitalnog upravljanja građevinskim dozvolama, a zakonski okvir u pojedinim segmentima usklađen je s europskim normama. Međutim, bez snažnog institucionalnog poticaja, ovaj napredak ostaje izoliran i nedovoljno utjecajan na cjelokupni sektor.

Analiza HGK Smjernica i stanja na terenu ukazuje na tri ključna fokusa za ubrzanje digitalne prilagodbe:

- 1.** Izrada i provedba nacionalne strategije digitalizacije graditeljstva, uz jasne vremenske rokove, ciljeve i odgovorne institucije.
 - 2.** Uvođenje digitalnih alata – poput BIM-a – u obrazovni sustav, strukovno osposobljavanje i obveznu primjenu u javnoj nabavi, čime se jača strukturna otpornost i inovativnost.
 - 3.** Ciljana i trajna financijska podrška MSP-ovima, osobito kroz EU fondove i porezne olakšice za ulaganja u digitalnu opremu, softver i razvoj kompetencija zaposlenika.
-

Digitalizacija ne smije biti svrha sama sebi. Ona je sredstvo za pametnije planiranje, bržu i sigurniju izgradnju te održivo upravljanje zgradama tijekom njihova životnog ciklusa. Da bismo iz statusa pasivnog promatrača prešli u aktivnog europskog aktera digitalne gradnje, Hrvatska mora povezati znanje, volju i infrastrukturu.

DODATAK 1:

PRIMJERI MOGUĆEG KORIŠTENJA

DIGITALNIH TEHNOLOGIJA NA GRADILIŠTU

TEHNOLOGIJA	PRIMJENA NA GRADILIŠTU
SENZORI	- Praćenje korištenja građevinske opreme (npr. vibracije i radni ciklusi strojeva) - Detekcija kretanja i prisutnosti u zonama s ograničenim pristupom (za sigurnost radnika) - Nadzor mikroklimе u zatvorenim prostorima za kontrolu uvjeta izvođenja radova (vlaga, CO₂, temperatura)
IoT	- Povezivanje opreme i strojeva radi praćenja stanja i potrošnje - Upravljanje energijom i resursima na gradilištu - Automatizacija sigurnosnih alarma
3D SKENIRANJE	- Precizno dokumentiranje postojećeg stanja objekta - Provjera odstupanja između projektiranog i izvedenog stanja - Nadzor napretka radova
ROBOTIKA	- Izrada betonskih konstrukcija na licu mjesta - Prototipiranje građevinskih elemenata - Smanjenje otpada i vremena izgradnje
3D PRINTANJE	- Precizno dokumentiranje postojećeg stanja objekta - Provjera odstupanja između projektiranog i izvedenog stanja - Nadzor napretka radova
DRONOVI	- Zračni nadzor napretka gradilišta - Fotogrametrija za stvaranje digitalnih modela terena - Inspekcija teško dostupnih zona
BIM (Building Information Modeling)	- Digitalno modeliranje i koordinacija svih faza projekta - Upravljanje troškovima, rokovima i resursima - Kolaboracija među sudionicima projekta

VR/AR	- Trening sigurnosti i simulacija radnih situacija u VR-u - Pregled BIM modela na lokaciji putem AR naočala - Uvid u podzemne instalacije prije iskopa
AI (Umjetna inteligencija)	- Automatizirano prepoznavanje nepravilnosti na fotografijama ili videozapisima gradilišta (npr. zaštitna oprema, izvedeni elementi) - Analiza tisuća podataka s gradilišta radi predviđanja potencijalnih kašnjenja, sigurnosnih rizika ili prekida u lancu opskrbe - Optimizacija rasporeda timova i strojeva na temelju prijašnjih uzoraka i uvjeta na gradilištu (pomoću modela strojnog učenja)
DIGITALNI BLIZANCI	- Stvaranje virtualne kopije gradilišta u stvarnom vremenu - Usporedba izvedenog stanja s planom - Analiza performansi i održavanja objekta

Smjernice za digitalizaciju i modernizaciju gradilišnih procesa

Kolovoz 2025.



Hrvatska gospodarska komora

Sektor za graditeljstvo

Rooseveltove trg 2, Zagreb