

OBRAZOVANJE U BIM-U I NZEB-U ZA POVEĆANJE KVALITETE ZGRADA

EDUCATION IN BIM AND NZEB IN ORDER
TO IMPROVE THE QUALITY OF BUILDINGS

Prof. dr. sc. Nina Štirmer
E-mail: ninab@grad.hr

Doc. dr. sc. Bojan Milovanović
E-mail: bmilovanovic@grad.hr

Sanjin Gumbarević, mag. ing. aedif.
E-mail: sgumbarevic@grad.hr

Mergim Gaši, mag. ing. aedif.
E-mail: mgasi@grad.hr

Marina Bagarić, mag. ing. aedif.
E-mail: mbagaric@grad.hr

Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska/Croatia

UDK/UDC: 005.963.5: 721+ 005.336.3

JEL klasifikacija/JEL classification: L74; L15

DOI: 10.30657/hdmk.2020.32

Pregledni članak/Review

Jezik/Language: Hrvatski/Croatian

SAŽETAK

Zgrade imaju središnju ulogu u energetske tranziciji EU-a budući da su odgovorne za oko 40% potrošnje primarne energije u EU-u i oko 36% emisije CO₂ povezane s energijom, a istovremeno oko 75% građevinskog fonda energetski je neučinkovito. Kako se sve države članice EU pripremaju za obveznu primjenu standarda zgrade gotovo nulte energije (NZEB) od 2021. godine, jasno je da na razini EU postoje izazovi vezani uz nedostatak vještina znanja i kompetencija u području NZEB-a. S druge strane, Informacijsko modeliranje građevina (BIM) preuzima središnje mjesto u digitalnoj transformaciji građevinske industrije, jer služi kao ključna softverska platforma za integrirano projektiranje, modeliranje, planiranje i suradnju, a na taj način „svim dionicima osigurava digitalni prikaz zgrade karakteristikama u njezinom cjelokupnom životnom ciklusu”. Usvajanje BIM-a je sporo, usprkos brojnim prednostima. Projektne i inženjerske tvrtke bile su među prvima koje su prihvatile BIM, a slijede izvođačke tvrtke. BIM ima velik potencijal za transformiranje korištenja i održavanja (O&M), ali usvajanje BIM-a od upravitelja zgradama je sporo, velikim dijelom zato što se netočno doživljava kao čisto dizajnerska aplikacija. Vladine politike i inicijative kojima se želi potaknuti provedba BIM-a trebaju biti sveobuhvatne, uključujući javne nabave, obrazovanje i razvoj kao i normizaciju. Ovaj rad ima za cilj identificirati trenutne i predviđene potrebe, nedostatke, prepreke i obuku u području BIM-a i NZEB-a unutar građevinskog sektora u svim zemljama partnerima ERASMUS+ projekta BIMzeED.

Ključne riječi: BIM, NZEB, BIMzeED, edukacija, kompetencije.

1. UVOD - NZEB

Zgrade imaju središnju ulogu u energetskej tranziciji EU-a budući da su odgovorne za oko 40% potrošnje primarne energije u EU-u i oko 36% emisije CO₂ povezane s energijom.

Obveza gradnje prema uvjetima za zgrade gotovo nulte energije (NZEB) propisana je Direktivom 2010/31/EU o energetskej učinkovitosti zgrada (preinaka)¹, a odredbe Direktive prenesene su u zakonodavni okvir RH Tehničkim propisom² koji definira NZEB (eng. nearly zero-energy building) kao zgradu koja ima vrlo visoka energetska svojstva i ta gotovo nulta odnosno vrlo niska količina energije se u značajnoj mjeri pokriva energijom iz obnovljivih izvora, uključujući energiju iz obnovljivih izvora koja se proizvodi na zgradi ili u njezinoj blizini. Sve nove zgrade za koje se zahtjev za izdavanje građevinske dozvole podnosi nakon 31.12.2019. moraju ispunjavati zahtjeve za NZEB.

Ne postoje univerzalna rješenja za postizanje NZEB standarda, ali se svakako može utvrditi da je potreban koordiniran integralni pristup svih struka koje sudjeluju u projektiranju zgrade od koncepta preko projekta zgrade, pa sve do pažljivo kontrolirane izvedbe. Razmatranje energetskeg koncepta NZEB-a potrebno je uključiti u početnoj fazi projektiranja, kako bi se u proces projektiranja uspješno integrirala NZEB načela. Kvalitetno optimiran energetskei koncept uključuje dobro izbalansirane, ali ne i predimenzionirane debljine toplinske izolacije kao i termotehničke sustave, uz obveznu primjenu obnovljivih izvora energije (OIE). Tako, kvalitetno optimiran energetskei koncept tada omogućuje nižu cijenu investicije, te rezultira troškovno-optimalnim rješenjem koje zadovoljava NZEB standard.

Cilj je postići NZEB standard uz troškovno optimalna rješenja, uz poštivanje ekonomski opravdanih, tehnički mogućih, održivih i ekološki svjesnih rješenja. U suprotnom će proces gradnje NZEB zgrade dovesti do skupe i nekvalitetne zgrade (gledajući tijekom cjelokupnog životnog ciklusa – potrošnja energije, pojava građevinske štete, higijenski uvjeti u zgradi) te do nekvalitetnih uvjeta unutarnjeg okoliša tijekom korištenja (osjećaj neugodnosti) kao i problema kod održavanja zgrade.

Svi sudionici u gradnji, bez obzira na ulogu u projektiranju, izgradnji, korištenju i održavanju NZEB-a, odgovorni su za poštivanje pravila i pridržavanje smjernica proizvođača materijala i sustava. Izvođenje radova na NZEB zgradama potrebno je povjeriti iskusnim i kompetentnim radnicima (adekvatno obrazovani – pa i certificirani) za izvođenje NZEB zgrada, koji razumiju posljedice nemarne ili loše gradnje te koristiti kvalitetne proizvode primjerene za specifičnu upotrebu. Nakon izvođenja svakako je potrebno provesti propisima provedena mjerenja.

Izobrazba građevinskih radnika u smjeru NZEB-a i BIM-a u Hrvatskoj je pokrenuta na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu kroz nekoliko projekta te se trenutno nastavlja kroz Erasmus+ projekt BIMzeED³.

2. BIM

Informacijske modeliranje građevina – BIM (eng. Building Information Modeling) je izgradnja digitalnog integriranog modela (informacija) postojećeg ili budućeg izgrađenog okoliša. BIM model je 3D, objektno usmjeren model unutar kojeg su integrirane informacije o

¹ European Parliament and the Council of the European Union, “Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Buildings (Recast)”, 2010.

² Republika Hrvatska Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja, “Tehnički Propis o Racionalnoj Uporabi Energije i Toplinskej Zaštiti u Zgradama”, 2015.

³ BIMzeED konzorcij, “BIMzeED - Education for Zero Energy Buildings Using Building Information Modelling.” 2018, <http://bimzeed.eu/>.

geometriji i svojstvima. Pri tome ključni faktor BIM-a nije 3D modeliranje, nego razvijanje, upravljanje i dijeljenje informacija, u prilog boljoj projektnoj suradnji⁴.

Ako se učinkovito koristi, BIM pruža prilike za znatno poboljšanje tradicionalnih metoda projektiranja i građenja, čime se smanjuje mogućnost skupih promjena na projektu, manje su potrebe za promjenama, a vlasniku na projektu otvaraju se višestruke mogućnosti pregleda i sudjelovanja. Osim toga, BIM omogućuje ponovnu upotrebu podataka u više svrha, uključujući i upravljanje i održavanje građevina. Da bi se to postiglo, BIM mora biti svrhovito strukturiran.

BIM projekt je standardni građevinski projekt na kojem je primijenjen BIM pristup, odnosno koji posebnu važnost daje razmjeni i iskorištavanju točnih i pravodobnih informacija u svim fazama projekta i među svim projektnim suradnicima. U BIM projektu prožimaju se nove projektne uloge, kao što su BIM menadžeri, BIM koordinatori, BIM inženjeri; novi alati – BIM softveri; novi procesi – BIM procesi te BIM koristi, a sve kako bi se osigurao točan, kontinuiran, jasan i održiv projekt⁴.

BIM je proces koji pomiče građevinsku industriju prema potpuno suradničkom radu s jasnim i prepoznatljivim ključnim događajima. Slično digitalizaciji u drugim industrijama, BIM počinje transformirati građevinski sektor reorganizacijom lanca vrijednosti te njegove prednosti potiču mnoge velike izvođače, kao i inženjerske i arhitektonske tvrtke, da ulažu u tehnologiju. Boston Consulting Group (BCG)⁵ procjenjuje da će BIM do 2025. godine dovoljno napredovati da bi stvorio povećanje produktivnosti od 15% do 25% u građevinskoj industriji.

Europsko istraživanje pokazalo je da dvije trećine građevinskih tvrtki planira implementirati BIM u naredne 3 godine, ističući sve veću potrebu poduzeća da usvoje i investiraju u BIM tehnologiju i procese⁶. Nove digitalne tehnologije, poput BIM-a, počele su transformirati način na koji se zgrade projektiraju, grade i održavaju. Prema⁷, BIM je mnogo više od digitalne tehnologije i treba ga smatrati strateškom i cjelovitom metodologijom za povećanje produktivnosti u građevinarstvu pružanjem uštede troškova, poboljšanjem upravljanja građenjem i korištenjem, boljim ekološkim performansama i kvalitetom, poboljšanom transparentnošću i suradnjom kroz cijeli građevinski sektor.

3. TRENUTNE I PREDVIĐENE POTREBE, NEDOSTATCI I PREPREKE

U većini europskih zemalja postoje nedostaci u službenim obrazovnim programima za stručno obrazovanje razine EQF 3-7 na području NZEB-a, što je rezultiralo nedostatkom vještina građevinskih stručnjaka koji grade NZEB. European Construction Sector Observatory⁸ zaključuje "dodatni izazov za EU je nedostatak vještina u građevinskom sektoru općenito, a posebno u području energetske učinkovitosti".

3.1. Zgrade gotovo nulte energije – NZEB

Neusklađenost nastaje između ishoda učenja i kompetencija koje stječu studenti u obrazovnim ustanovama (i srednjoškolskog i visokoškolskog obrazovanja) i kompetencija

⁴ Mirko Jurčević, Martina Pavlović, and Hrvoje Šolman, "Opće Smjernice Za BIM Pristup u Graditeljstvu", Zagreb, 2017, <http://www.hkig.hr/fdsak3jnFsk1Kfa/izdvojeno/HKIG-BIM.pdf>.

⁵ Agnès Audier et al.

⁶ "BIMcert News," 2018, <http://www.iege.edu.mk/wp-content/uploads/2016/04/BIMcert-Newsletter-Sept-screen.pdf>.

⁷ BUILD UP - the European Portal for Energy Efficiency in Buildings, "Benefits of BIM and Its Level of Adoption in European Countries | Build Up," 2018, <http://www.buildup.eu/en/node/56441>.

⁸ European Construction Sector Observatory, "Improving Energy and Resource Efficiency," 2018.

potrebnih građevinskom sektoru u području NZEB-a. To znači da u mnogim zemljama EU obrazovne institucije često pružaju zastarjelu izobrazbu vezanu za NZEB.

Kroz projekt BIMzeED utvrđeno je da se izobrazba uglavnom odnosi na novogradnju, dok se tek kroz provođenje projekta Fit-to-NZEB osiguralo provođenje izobrazbe za dubinske energetske obnove (do NZEB standarda) u Bugarskoj, Irskoj, Italiji, Grčkoj, Rumunjskoj, Češkoj, Hrvatskoj. Uz to, obuka se uglavnom temelji na teorijskoj osnovi, s malo mogućnosti za praktično iskustvo, dok tek projekt Fit-to-NZEB naglašava potrebu za praktičnim učenjem. Istaknute su i prednosti posjećivanja gradilišta zbog izobrazbe stručnjaka i radnika.

I s druge strane, kada poslodavci žele zaposliti građevinske stručnjake, njih najviše zanimaju praktične vještine, a manje ih zanima njihova kvalifikacija (naročito u slučaju građevinskih radnika). Poslodavci vide malu vrijednost u čistoj teorijskoj izobrazbi i često je praktično iskustvo zahtjev, ali s druge strane ova praktična izobrazba treba biti što kraća i što jeftinija kako bi se značajan broj radnika privukao na obrazovanje.

Ovo stvara neusklađenost u zahtjevima za povećanjem kvalitete građevine od strane investitora i interesa projektantskih i građevinskih tvrtki koje često ne cijene poboljšane vještine i kompetencije potrebne za izgradnju NZEB-a. Profesionalci koji žele unaprijediti svoje vještine traže fleksibilnu izobrazbu, specifičnu za njihovu tvrtku, a izobrazba bi, po mogućnosti, trebala biti praktična na licu mjesta (trenutnom gradilištu).

Dodatno obrazovanje na sveučilištima, kao i cjeloživotno obrazovanje (EQF razina 6 i 7) na području NZEB-a i dubinske obnove postojećih zgrada do NZEB razine potrebno je u mnogim EU zemljama kako bi se pružila potrebna tehnička znanja javnoj upravi, projektantima, nadzornim inženjerima i voditeljima gradilišta, ne isključujući ostale stručnjake.

Stoga je posve očito da se vještine potrebne za NZEB i dubinske energetske obnove najbolje mogu steći kroz cjeloživotno učenje i biti integrirane u karijere stručnjaka. To je, naravno, istinito za one dionike koji su već stekli osnovne kompetencije o NZEB-u, a nedostatak tečaja cjeloživotnog učenja u mnogim zemljama EU predstavlja značajan jaz koji treba riješiti. Analizom cijelog niza dostupnih programa izobrazbe, došlo se do zaključka da im je osnovni nedostatak nepostojanje slijedećih tema: zrakonepropusnost vanjske ovojnice zgrade (otvarenje, mjerenje, primjeri dobre prakse); unutarnja izolacija ovojnice zgrada; posljedice loše izvedbe na kvalitetu NZEB-a; preklapanje radova i zadiranje radova koje izvode radnici jedne vrste u obavljene radove druge vrste radnika (eng. Cross-crafting) pri čemu je kod NZEB-a ključno da radnici razumiju implikacije svojih postupaka na ukupnu kvalitetu izvedenih radova svih skupina radnika. Ono što je najvažnije, jaz i nedostatak kompetencija mnogih projekatana, voditelja građenja i radnika povezani su s udobnošću korisnika zgrada. Fokus izobrazbe trebao bi se proširiti od „samo“ energetske učinkovitosti i uključivati udobnost, kvalitetu zraka u zatvorenom prostoru i rizik od pojave plijesni i kondenzacije.

Detektirano je da u mnogim zemljama ne postoje nacionalno koordinirani pristupi izobrazbi građevinskih radnika, projektanta i ostalih dionika koji se tiču NZEB-a. Nekoliko pružatelja treninga u različitim zemljama nudi tečajeve o energetske učinkovitosti, ali je slaba ponuda i oskudno obrazovanje o NZEB-u. Dodatno, vidljivo je treba stvoriti potražnju za odgovarajućom izobrazbom, odnosno da stručnjaci, projektanti i službenici za javnu nabavu u projektima dubinske energetske obnove i NZEB-a trebaju početi zahtijevati da na takve projekte budu razmiješteni radnici s odgovarajućim kompetencijama.

Analizom je utvrđena nepodudarnost između vremena potrebnog za izvođenje kvalitetne NZEB izobrazbe i nedostatka raspoloživog vremena i resursa polaznika izobrazbe za upis na dugotrajne tečajeve. Navedeno bi se moglo riješiti s više dostupnih tečajeva e-učenja, kojih je u Europi malo, posebno za EQF 6-7, dok su neke zemlje razvile tečajeve e-učenja za radnike u okviru svojih projekata BUILD UP Skills. Ipak e-učenje nikako ne može nadomjestiti praktične programe kojima teže i poslodavci i radnici.

U pogledu kvalifikacija za trenere i predavače, doktorat iz područja ili čak i nastavna zvanja su preduvjeti u nekoliko Europskih zemalja, ali ovaj pristup isključuje prednosti učenja od visoko kvalificiranih osoba, koje nisu stekle diplomu, ali imaju puno znanja koje mogu prenijeti polaznicima. Suprotno tome, u Hrvatskoj (kroz program CROSKILLS) naglašava se potreba da treneri za praktičnu izobrazbu imaju najmanje 6 godina iskustva na gradilištu za izobrazbu građevinskih radnika. U ovoj analizi je identificirana potreba da se kao trenere obuču kvalificirane (kompetentne) projektante, nadzorne inženjere i obrtnike.

Nedostatak znanja, povjerenja i komunikacije između različitih dionika faza životnog ciklusa građevine također su identificirane kao glavna prepreka⁹. To dovodi do pitanja je li taj nedostatak specijaliziranog znanja i suradnje (komunikacija i povjerenje) jedan od razloga slabe učinkovitosti NZEB-a i održivih zgrada.

Optimizacija korištenja energije u zgradi zahtijeva integrirani pristup projektiranju i interdisciplinarni timski rad, što onda dovodi do visoke kvalitete unutarnjeg okoliša i zadovoljavanja potreba korisnika¹⁰. Prema Yang i dr.¹¹, napredno projektiranje NZEB-a zahtijeva učinkovitu razmjenu informacija među suradnicima različitih struka u integriranoj projektantskoj grupi kako bi se donijele najbolje odluke o odabiru ispravnog skupa opcija koje će rezultirati optimalnim varijantnim rješenjem. To bi se moglo postići uvođenjem integriranog dizajna proizvoda u proces projektiranja NZEB-a.

Dakle, postalo je jasno da je bolje upravljanje informacijama tijekom čitavog životnog ciklusa NZEB-a apsolutno neophodno kako bi se izbjegle pogreške i pouzdane informacije u bilo kojem trenutku / kada je intervencija potrebna. To se može postići primjenom BIM-a.

3.2. Informacijsko modeliranje građevina – BIM

BIM integriran sa zahtjevima za NZEB olakšati će optimizaciju NZEB-a s obzirom da su računalno generirani BIM modeli sve više potrebni za simulaciju faza planiranja, projektiranja, izgradnje i rada NZEB projekta kako bi se smanjila razlika između projektirane i stvarno ostvarene potrošnje energije, odnosno poboljšala kvaliteta NZEB-a.

BIM ima niz socio-tehnoloških prednosti ne samo na tehnološkoj razini, već i na razini procesa, te može nadopuniti način stvaranja artefakta arhitektonskog projektiranja, ali također može duboko promijeniti suradnički proces povezan s procesom građenja.

Analiza potrošnje energije u projektiranju zgrada mora zadovoljiti zahtjeve troškova i rokova projekata koji su uglavnom niski odnosno kratki. Trenutno je glavna prepreka širokoj upotrebi metoda dinamičke energetske analize značajni ručni unos podataka u adekvatne softvere, a istovremeno većina informacija potrebnih u simulaciji energije postoji u BIM modelu. Korištenjem BIM-a kao izvora podataka za analizu energije, unos podataka će biti učinkovitiji, a postojeći podaci višestruko upotrebljivi. Samo pomoću BIM-a, provjera energetskih svojstava može se zaista dogoditi u različitim fazama procesa građenja.

Građevinske tvrtke u Europi su u različitim fazama usvajanja BIM-a. Neke od tvrtki koncentriraju se samo na neposredni zadatak stvaranja BIM knjižnice, neke od njih koriste BIM samo za 3D modeliranje, neke od njih koriste BIM u punom ili gotovo punom potencijalu, dok druge vide BIM kao opterećujuće propise. Pristup tvrtke ovisi o politici same građevinske tvrtke; složenosti projekata kojima upravljaju, kao i zemlje u kojoj rade, jer su različite zemlje

⁹ Veronika Lilly Meta Schröpfer, Joe Tah, and Esra Kurul, "Mapping the Knowledge Flow in Sustainable Construction Project Teams Using Social Network Analysis," *Engineering, Construction and Architectural Management* 24, no. 2 (March 20, 2017): 229–59, <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2015-0124>.

¹⁰ Jan Cromwijk et al., "An Introduction to a Novel and Rapid NZEB Skill-Mapping and Qualification Framework Methodology," *Buildings* 7, no. 4 (November 19, 2017): 107, <https://doi.org/10.3390/buildings7040107>.

¹¹ Xue Yang, Semiha Ergan, and Katie Knox, "Requirements of Integrated Design Teams While Evaluating Advanced Energy Retrofit Design Options in Immersive Virtual Environments," *Buildings* 5, no. 4 (December 5, 2015): 1302–20, <https://doi.org/10.3390/buildings5041302>.

u različitim fazama implementacije BIM-a (u nekim zemljama je uporaba BIM-a obvezna s obzirom na odredbe Direktive o javnoj nabavi (2014/24/EU)¹²).

Postoji nekoliko razina problema s kojima se građevinski sektor trenutno bavi dok pokušava implementirati BIM¹³:

- Razina procesa:
 - Sporija stopa implementacije u praksi nego CAD-a;
 - Nedostatak znanja i standarda o BIM podržanom procesu projektiranja.
- Tehnička razina:
 - Interoperabilnost softvera;
 - Razmjena podataka između modela različitih struka;
 - Nestrukturirana heterogena baza podataka.
- Semantička razina:
 - Različiti „jezici“ pojedinih struka;
 - Različiti modeli rada (granularnost!);
 - Različiti način predstavljanja zgrade;
 - Popis, modeli ploča, 3D vizualizacije.

Sljedeći citat jako dobro sumira nedostatke i neusklađenosti vezane uz implementaciju BIM-a „Prednosti mnogih tehnoloških dostignuća, poput BIM-a, ostvarit će se samo ako je cijeli ekosustav spreman“¹⁴.

To se može tumačiti kao potreba da se implementacija BIM-a razmatra iz systemske perspektive, tj. holističke perspektive uzimajući u obzir aktere javnog i privatnog sektora duž lanca vrijednosti koji pokazuju ograničenu svijest o potencijalu BIM-a, a pri čemu je edukacija ključna¹⁵. Dodatno, prepoznato je i da akteri u javnom sektoru vide vrijednost BIM-a uglavnom u fazama projektiranja, modeliranja i inženjeringa, a mnogo manje na fazama izgradnje i održavanja. Stoga je od ključnog značaja jačanje kapaciteta aktera javnog i privatnog sektora i njihovo razumijevanje BIM-a. U mnogim zemljama EU i među mnogim dionicima još uvijek postoji velik jaz u znanju oko BIM procesa i podataka te njihove važnosti za budućnost građevinske industrije. Alexander¹⁶ navodi da taj jaz prožima cijeli lanac vrijednosti u građevinskoj industriji te da postoji uznemirujuća neusklađenost u području BIM-a između potreba i zahtjeva investitora i profesionalaca koji su u stanju pružiti usluge.

BIM obrazovanje nije samo tehničko pitanje: ne radi se samo o osposobljavanju radnika za korištenje BIM softvera, već je potrebna edukacija i o promjeni radnih metoda i procesa u tvrtki. Dakle, BIM obrazovanje se odnosi na upravljanje promjenama i tu postoji nedostatak i neusklađenost u svijesti dionika i njihove stvarne potrebe što treba riješiti tijekom edukacije. S druge strane, u građevinskoj industriji postoji velika potreba za profesionalcima, poput arhitekata i inženjera, kao i drugim dionicima, koji bi bili posebno educirani o integriranom pristupu projektiranju i osposobljeni za rad u interdisciplinarnim timovima koji koriste BIM pristup. Problem nastaje u tome što su tečajevi integriranog projektiranja (posebno oni koji

¹² European Parliament Council of Europe, “Directive 2014/24/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on Public Procurement and Repealing Directive 2004/18/EC” (2014), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32014L0024>.

¹³ Iva Kovačić, “BIM to BEM – Potentials and Deficits,” in *Using BIM to Achieve Energy Efficient Buildings - DER and NZEB*, Zagreb, 2018.

¹⁴ World Economic Forum and Boston Consulting Group, “An Action Plan to Accelerate Building Information Modeling (BIM) Adoption” (Geneva, 2018), www.weforum.org.

¹⁵ European Commission, “European Construction Sector Observatory Building Information Modelling in the EU Construction Sector,” 2019.

¹⁶ Nigel Alexander, “It’s Time to Plug the BIM Knowledge Gap | BIM+,” BIM+, 2017, <http://www.bimplus.co.uk/people/its-time-plug-bim-knowledge-gap/>.

uključuju specifične vještine za NZEB) oskudni u svim obrazovnim institucijama EU-a, a puno je stručnjaka koji o integriranom projektiranju ima malo ili nimalo znanja¹⁷.

S obzirom da još uvijek postoji velika razlika u znanju oko BIM procesa i podataka i njegove važnosti za budućnost građevinske industrije, ulaganja u obrazovanje i razvoj obrazovanja nužni su uvjet za primjenu BIM-a.

4. ZAKLJUČAK

Ovaj rad predstavlja zaključke partnera projekta BIMzeED o implementaciji BIM-a i projektiranju zgrada gotovo nulte energije (NZEB). Pri tome je napravljen osvrt na pokretače, prilike i izazove oko njihove implementacije te donose zaključke projektnim partnerima o trenutnim razmišljanjima dionika vezanih za BIM i NZEB.

Može se zaključiti da holističko projektiranje postaje standard te je neizbježno kod projektiranja NZEB-a. Navedeno znači da je potrebna koordinacija svih struka čija projektna rješenja utječu na realizaciju zgrade što dovodi do potrebe za povezivanjem NZEB-a i BIM-a. To je očigledno s obzirom da BIM u cijelom životnom ciklusu zgrade i kroz cjelokupni lanac opskrbe vodi put ka učinkovitijoj multidisciplinarnoj suradnji. Nove tehnologije zahtijevaju ljude s znatno drugačijim vještinama i kompetencijama od onih koje građevinska industrija danas ima. BIM zahtijeva stručnjake s organizacijskim vještinama, vještinama umjetne inteligencije, analize podataka i programiranja.

Uz to, jasno je da postoji nevjerojatan nedostatak široko rasprostranjene izobrazbe u ciljnim zemljama koja se odnosi na NZEB, no kako NZEB standard postaje obvezan u cijeloj EU, može se očekivati da će razina interesa za NZEB značajno porasti.

Vremenski okvir BIMzeED projekta je, dakle, savršeno pogodan u smislu kreiranje odgovarajućeg programa kombinirane izobrazbe za BIM i NZEB.

ZAHVALA

Istraživanje prikazano u ovom radu provedeno je u okviru Erasmus+ projekta „BIMzeED“ kroz ključnu akciju KA2: Cooperation for innovation and the exchange of good practices – Knowledge Alliances for Higher Education. Jedan od autora (Sanjin Gumbarević) se zahvaljuje i Hrvatskoj zakladi za znanost i Europskom socijalnom fondu koji sufinanciraju njegov rad kroz projekt ESF DOK-01-2018.

Abstract:

EDUCATION IN BIM AND NZEB IN ORDER TO IMPROVE THE QUALITY OF BUILDINGS

Buildings have a central role to play in the energy transition of the EU since our buildings are responsible for about 40% of primary energy consumption in the EU and about 36% of energy-related CO2 emissions while at the same time around 75% of the building stock is energy inefficient. As all the EU member states prepare for the obligatory nearly zero energy buildings (NZEB) from 2021 it is evident at the EU level that there are acute skills challenges as well as a significant lack of knowledge and competences on NZEB. On the other hand, Building information modelling (BIM) is taking a centre stage in the digital transformation of the construction industry as it serves as the crucial software platform for integrated design, modelling, planning, and collaboration, thereby “providing all

¹⁷ Hari Gunasingham, Alf Moroncini, and Reinhold Wieland, “Digital Transformation for the Construction Industry,” 2018, <http://www.smartbuildingsmagazine.com/features/digital-transformation-for-the-construction-industry>.

stakeholders with a digital representation of a building's characteristics in its whole lifecycle". BIM adoption has been slow, despite its many advantages. Design and engineering firms have been among the earliest adopters, followed by construction firms. BIM has great potential to transform operations and maintenance (O&M), but adoption by asset operators lags behind other players, largely because the technology is inaccurately perceived as a purely 3D design application. Government policies and initiatives aiming to foster BIM implementation should be comprehensive, including public procurement, education and development, as well as standardisation. This paper aims to identify the current and predicted skill needs, gaps, barriers and training in the field of BIM and NZEB within the construction sector in all partner countries of the Erasmus+ project BIMzeED.

Key words: BIM, NZEB, BIMzeED, education, competences.

5. LITERATURA

1. Audier, Agnès, Lahet, Jean-François, de Laubier, Romain and Wunder, Marine Guenet Marius. "The BIM Revolution Comes to Building Materials," 2017.
2. "BIMcert News," 2018. <http://www.iege.edu.mk/wp-content/uploads/2016/04/BIMcert-Newsletter-Sept-screen.pdf>
3. BIMzeED konzorcij. "BIMzeED - Education for Zero Energy Buildings Using Building Information Modelling.," 2018. <http://bimzeed.eu/>.
4. BUILD UP - the EU Portal for Energy Efficiency in Buildings. "Benefits of BIM and Its Level of Adoption in European Countries | Build Up," 2018. <http://www.buildup.eu/en/node/56441>.
5. Cromwijk, Jan, Carolina Mateo-Cecilia, Jareño-Escudero, Cristina, Schröpfer, Veronika and P. Op't Veld. "An Introduction to a Novel and Rapid NZEB Skill-Mapping and Qualification Framework Methodology." Buildings 7, no. 4, November 19, 2017.
6. European Parliament Council of Europe. Directive 2014/24/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on public procurement and repealing Directive 2004/18/EC, 2014.
7. European Parliament and the Council of the European Union. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings, 2010.
8. European Construction Sector Observatory. "Improving Energy and Resource Efficiency," 2018.
9. European Commission. "European Construction Sector Observatory Building Information Modelling in the EU Construction Sector," 2019.
10. Hari, G., Moroncini, A. and R. Wieland, "Digital Transformation for the Construction Industry," 2018.
11. Jurčević, M., Pavlović, Martina i H. Šolman, "Opće Smjernice Za BIM Pristup u Graditeljstvu." Zagreb, 2017. <http://www.hkig.hr/fdsak3jnFsk1Kfa/izdvojeno/HKIG-BIM.pdf>.
12. Kovačić, Iva, "BIM to BEM – Potentials and Deficites." In Using BIM to Achieve Energy Efficient Buildings - DER and NZEB. Zagreb, 2018.
13. Nigel, A., "It's Time to Plug the BIM Knowledge Gap | BIM+." BIM+, 2017. <http://www.bimplus.co.uk/people/its-time-plug-bim-knowledge-gap/>.
14. Republika Hrvatska Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja. Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18).

15. Schröpfer, Veronika Lilly Meta, Tah, J. and K. Esra. “*Mapping the Knowledge Flow in Sustainable Construction Project Teams Using Social Network Analysis.*” *Engineering, Construction and Architectural Management* 24, no. 2 (March 20, 2017).
16. Yang, X., Semiha Ergan, and Katie Knox. “*Requirements of Integrated Design Teams While Evaluating Advanced Energy Retrofit Design Options in Immersive Virtual Environments.*” *Buildings* 5, no. 4, December 5, 2015.
<https://doi.org/10.3390/buildings5041302>.
17. World Economic Forum, and Boston Consulting Group. “An Action Plan to Accelerate Building Information Modeling (BIM) Adoption.” Geneva, 2018. www.weforum.org.