

<https://doi.org/10.32762/zt.2025.10>

Uloga obrazovanja u promicanju održivosti u građevinarstvu: primjer kolegija Zelena gradnja

*Role of education in promoting sustainability in the construction
sector: A case study of the Green Building course*

Viktor Kolčić¹, Ivana Carević¹, Marijana Serdar¹

(1) Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, viktor.kolcic@grad.unizg.hr,
ivana.carevic@grad.unizg.hr, marijana.serdar@grad.unizg.hr

Sažetak

S obzirom na značajan utjecaj građevinskog sektora i potrebu za zelenom transformacijom, obrazovanje ima ključnu ulogu. Ovaj rad opisuje ulogu obrazovanja u promicanju održivosti. Kolegij Zelena gradnja, uspostavljen unutar EU projekta GREENCO, predstavljen je kao primjer dobre prakse. Projekt GREENCO usklađuje obrazovne programe s tržišnim potrebama (održivost, digitalizacija). Rad detaljno prikazuje sadržaj i metodologiju kolegija, uključujući projektno učenje i rezultate ankete studenata. Anketa je potvrdila interes za održivost unatoč nedostatku adekvatne pripreme kroz kurikulum. Kolegij Zelena gradnja uspješno integrira održivost u visoko obrazovanje, fokusirajući se na razvoj zelenih vještina.
Ključne riječi: održivost u građevinarstvu, obrazovanje, zelena gradnja, visoko obrazovanje

Abstract

Given the significant impact of the construction sector and the need for green transformation, education plays a crucial role. This paper describes the role of education in promoting sustainability. The Green Building course, established within the EU GREENCO project, is presented as an example of good practice. The GREENCO project aligns educational programs with market needs (sustainability, digitalization). The paper describes the content and methodology of the Green Building course, including project-based learning in collaboration with industry and the analysis of survey results conducted among students. The survey results confirmed students' interest in sustainability, but also the lack of adequate preparation through the existing curriculum. The Green Building course represents successful incorporation of sustainability into the higher education program, emphasizing the development of green skills.

Keywords: sustainability in construction, education, green building, high education

1. Uvod

Građevinski sektor, unatoč svojoj ključnoj ulozi u gospodarskom razvoju, prepoznat je kao jedan od najvećih globalnih zagađivača i potrošača resursa. Odgovoran je za približno 37 % emisija CO₂ povezanih s energijom te za značajan udio u ukupnoj količini otpada [1]. Posebno se ističe građevinski otpad i otpad od rušenja (*Construction & Demolition Waste – CDW*), koji čini više od trećine ukupnog otpada generiranog u Europskoj uniji [2]. Suočen s izazovima klimatskih promjena i iscrpljivanjem prirodnih resursa, građevinski sektor mora provesti hitnu i dubinsku zelenu transformaciju, obuhvaćajući sve faze životnog ciklusa građevina – od projektiranja i građenja do korištenja i uklanjanja.

U ovom kontekstu, obrazovanje ima ključnu ulogu u pripremi budućih inženjera [3]. Ipak, postoji izražen nesrazmjer između aktualnih obrazovnih programa i rastuće potražnje tržišta rada za "zelenim" vještinama [4]. Europska inicijativa *Construction Blueprint* prepoznaje ovaj nedostatak kompetencija kao jednu od glavnih prepreka održivom razvoju sektora, ističući sve veći broj novih radnih mjesta koja zahtijevaju specifična znanja vezana uz održivost [5]. Stoga, sustav visokog obrazovanja mora proaktivno osposobljavati inženjere specifičnim znanjima i vještinama koje će im omogućiti učinkovito suočavanje s kompleksnim zahtjevima zelene i digitalne tranzicije [6].

Potrebu za promjenom dodatno naglašava postupno uvođenje ekoloških kriterija u javnoj nabavi, poznatih kao Zelena javna nabava (*Green Public Procurement – GPP*). Europska komisija aktivno promiče GPP, uključujući posebne kriterije za zgrade, s ciljem poticanja kupnje proizvoda i usluga s manjim utjecajem na okoliš. Time se stvaraju poticaji za uvođenje održivih praksi tijekom cijelog životnog ciklusa građevina [7]. Za objektivno određivanje i kvantificiranje tih utjecaja ključna je analiza životnog ciklusa (*Life Cycle Assessment – LCA*), standardizirana normama ISO 14040 [8] i ISO 14044 [9]. Razumijevanje i primjena LCA, uz razvoj inovativnih građevinskih rješenja i materijala te integraciju digitalnih tehnologija radi unaprjeđenja održivosti, ključni su koraci prema transformaciji sektora u skladu s principima kružnog gospodarstva.

Cilj ovog rada je prikazati trenutačno stanje u području edukacije za održivost u građevinarstvu te, kroz detaljan prikaz kolegija Zelena gradnja na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, predstaviti primjer dobre prakse uvođenja i izvođenja kolegija koji izravno doprinosi razvoju ključnih zelenih vještina i kompetencija za buduće inženjere.

2. Analiza potrebnih vještina

Transformacija građevinskog sektora prema načelima održivosti i digitalizacije zahtijeva značajnu prilagodbu postojećih obrazovnih programa i razvoj novih kompetencija. Razumijevanje vještina koje nedostaju na tržištu rada, kao i percepcija tih potreba među samim studentima, ključno je za učinkovito usmjeravanje obrazovnih inicijativa. Ovo poglavlje analizira potrebe tržišta rada za zelenim i digitalnim vještinama u građevinarstvu te predstavlja analizu percepcije studenata o vlastitoj spremnosti za ove izazove, temeljenu na provedenim anketama.

2.1. Potrebe tržišta

Suvremeno tržište rada u građevinarstvu prolazi kroz značajne promjene, potaknute potrebom za održivim praksama. Kao što je navedeno u uvodu, postoji evidentan nesklad između vještina koje nudi obrazovni sustav i onih koje su tražene od strane industrije.

U kontekstu prepoznavanja i sustavnog uređenja potrebnih vještina, Hrvatski kvalifikacijski okvir (HKO) predstavlja reformski instrument kojim se uređuje cjelokupni sustav kvalifikacija na svim obrazovnim razinama u Republici Hrvatskoj kroz standarde kvalifikacija temeljene na ishodima učenja i usklađene s potrebama tržišta rada, pojedinca i društva u cjelini [10].

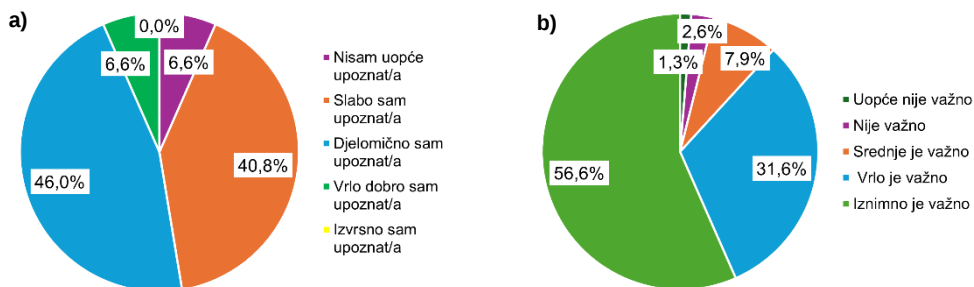
Unutar HKO-a, prepoznate su i imenovane dvije kvalifikacije koje su izravno povezane s tematikom održivosti u građevinarstvu i koje su predložene od strane Hrvatske udruge poslodavaca (HUP):

1. Upravitelj/upraviteljica održivošću: Ovo zanimanje podrazumijeva stručnjaka koji je osposobljen za planiranje, implementaciju, praćenje i izvještavanje o strategijama održivosti unutar organizacije ili projekta. Ključne aktivnosti uključuju analizu utjecaja na okoliš, primjenu standarda održivosti, optimizaciju resursa, te promicanje etičkih i društveno odgovornih praksi. U građevinarstvu, upravitelj održivošću osigurava da projekti budu usklađeni s principima zelene gradnje kroz cijeli životni ciklus [11].
2. Certifikator/certifikatorica zelene gradnje: Ovo zanimanje obuhvaća stručnjaka koji je ovlašten i osposobljen za provedbu postupaka certifikacije zgrada prema različitim sustavima zelene gradnje (npr. LEED, DGNB, BREEAM). Njihove kompetencije uključuju poznavanje kriterija i metodologija ocjenjivanja održivosti, prikupljanje i analizu relevantnih podataka, te izdavanje preporuka za poboljšanje energetske učinkovitosti i ekološke prihvatljivosti objekata. Ova uloga je ključna za verifikaciju i promicanje održivosti u izgrađenom okolišu [12].

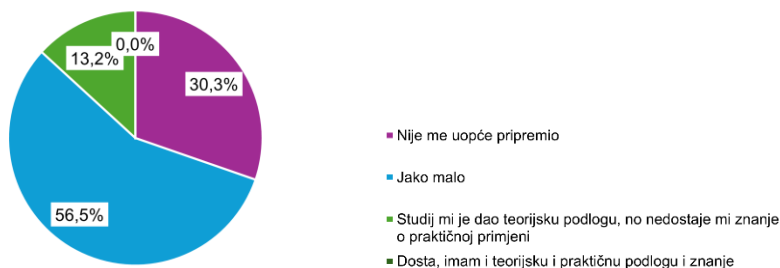
Postojanje ovih kvalifikacija unutar HKO-a naglašava potrebu industrije za specifičnim vještinama u području održivosti i zelene gradnje, naglašavajući smjer u kojem se obrazovanje mora razvijati kako bi odgovorilo na zahtjeve tržišta.

2.2. Potrebe studenata

Za prilagodbu obrazovnih programa, ključno je razumijevanje percepcije i znanja studenata o održivosti u građevinarstvu. Stoga je u sklopu projekta GREENCO [13] provedena anketa među studentima diplomskog studija Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta, procjenjujući njihovu pripremljenost i stavove o zelenoj gradnji. Pitanja su obuhvatila važnost, samoprocjenu znanja i kvalitetu studijske pripreme. Rezultati pokazuju da više od 90% ispitanika ima ograničeno poznavanje koncepta zelene gradnje (**Slika 2. a**). Iako više od 85% ispitanika prepoznaje iznimnu važnost poznavanja načela održivosti i procjene utjecaja na okoliš (**Slika 2. b**), nezadovoljni su razinom pripremljenosti studijem za primjenu tih načela. Nadalje, navode ograničeno teorijsko znanje, a nijedan student nema dovoljno teorijskog i praktičnog znanja, naglašavajući važnost praktičnog aspekta **Slika 3**.



Slika 2. Rezultati ankete za pitanja: a) Ocijenite svoje trenutno znanje o pojmu i principima zelene (održive) gradnje; b) Smatrate li važno za inženjera građevinarstva znanje o principima održivosti i procjeni utjecaja gradnje na okoliš?



Slika 3. Rezultati ankete za pitanje: Procijenite koliko Vas je dosadašnji studij pripremio na primjenu principa zelene i održive gradnje

3. Iskustvo uvođenja kolegija Zelena gradnja

Razvoj kolegija Zelena gradnja na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu izravan je odgovor na prepoznate potrebe tržišta rada i izazove zelene transformacije građevinskog sektora. Temeljem detaljne analize vještina i rezultata studentske ankete, odlučeno je uvesti formalni kolegij za studente diplomskog studija. Ishodi učenja za ovaj kolegij, razvijeni u suradnji s Tehničkim sveučilištem u Danskoj (za srodne kolegije Održivost i procjena životnog ciklusa u izgrađenom okruženju te Kružna gradnja), temeljili su se na analizi Hrvatskog kvalifikacijskog okvira i percepcijama studenata.

3.1. Ishodi učenja i sadržaj kolegija

Kolegij Zelena gradnja studente diplomskog studija osposobljava za duboko razumijevanje pravnih okvira koji reguliraju certifikaciju održivosti, s posebnim naglaskom na proizvode i zgrade, te ih uči kritički vrednovati regulatorne aspekte održivih praksi. Studenti razvijaju sveobuhvatno razumijevanje okvira održivosti, razmišljanja o životnom ciklusu, konceptata zelene gradnje (uključujući sustave kao što su EPD, BREEAM, Level(s), DGNB i LEED) te načela kružnog gospodarstva (poput obrnute piramide i metoda gospodarenja otpadom). Naglasak je na primjeni ovih okvira u donošenju održivih odluka tijekom cijelog životnog ciklusa projekta.

Nadalje, studenti stječu napredna znanja o procjeni utjecaja na okoliš u kontekstu zelene gradnje, te se upoznaju s ključnim shemama certificiranja održivosti. Osposobljavaju se za kreiranje i tumačenje okolišnih deklaracija proizvoda (EPD), čime pridonose informiranom odabiru materijala. Postaju stručni u održivom gospodarenju otpadom, razumijevajući koncepte ponovne uporabe, recikliranja i oporabe. Razumijevanje koncepta održive gradnje proširuje se na inovativne pristupe poput adaptivne i modularne gradnje te ponovnog korištenja postojećih zgrada, uz primjenu načela kružnog gospodarstva. Kolegij također potiče kritičku evaluaciju različitih održivih pristupa, procjenjujući njihove okolišne i ekonomske utjecaje te predlažući strategije za poboljšanje i inovacije.

3.2. Metodologija izvođenja nastave

Metodologija kolegija Zelena gradnja temelji se na aktivnom i primijenjenom učenju, s ciljem razvoja praktičnih vještina i kritičkog razmišljanja.

Projektno učenje je u središtu praktičnog dijela nastave. Studenti izrađuju modele procjene životnog ciklusa na razini proizvoda i zgrade, identificiraju žarišne točke i predlažu poboljšanja. Kroz vježbe kritičkog razmišljanja i scenarije rješavanja problema, studenti analiziraju izazove, predlažu rješenja i brane svoje odluke. Predstavljanje rezultata pred predstavnicima industrije osigurava vrijednu povratnu informaciju iz industrijskog okruženja, pripremajući studente za stvarne izazove u budućim karijerama.

Gostujuća predavanja stručnjaka iz industrije pružaju studentima izravan uvid u trenutne prakse, izazove i inovacije u industriji s održivog i kružnog stajališta. Praktični zadaci često se provode u suradnji s industrijom, što potiče umrežavanje i razumijevanje industrijskih standarda te doprinosi razvoju praktičnog razumijevanja održivih praksi.

Posjeti gradilištu i rad na terenu ključni su za stjecanje praktičnog iskustva. Organiziraju se posjeti projektima održive gradnje, objektima za gospodarenje otpadom, zgradama sa zelenim certifikatima i tvornicama. Ovi posjeti omogućuju studentima dublje razumijevanje proizvodnih procesa i primjene stečenog znanja u stvarnom svijetu, kao i uvid u stvarnu industrijsku praksu.

Kontinuirano ocjenjivanje i povratne informacije provode se putem interaktivnih prezentacija i aktivnih diskusija, čime se osigurava stalan angažman studenata i sustavno praćenje njihovog napretka. Primjena razmišljanja o životnom ciklusu kroz vizualne primjere i poticajna pitanja stimulira samostalno istraživanje. Kroz prezentacije kolegama dodatno se razvijaju komunikacijske i prezentacijske vještine, čime se stvara dinamično okruženje za učenje.

4. Zaključak

Kolegij Zelena gradnja uveden je kao odgovor na jasno prepoznate potrebe tržišta rada i interese studenata za održivost u građevinarstvu. Analiza rezultata ankete pokazuje da studenti smatraju ovu temu vrlo važnom, ali da dosadašnji studijski programi ne pružaju dovoljno znanja i praktičnih vještina iz tog područja. Kroz Erasmus+ projekt GREENCO teorijska i praktična znanja o održivosti u građevinarstvu uvode se na više razina obrazovanja – od 4 do 8 prema HKO-u. Edukacija se provodi kroz konkretne projekte, suradnju s industrijom, gostujuća predavanja i terenske posjete. Ovakav pristup obrazovanju pomaže boljoj pripremi budućih inženjera za izazove zelene tranzicije.

Zahvala

Prvi autor zahvaljuje na financijskoj podršci Hrvatskoj zakladi za znanost u sklopu projekta Razvoj karijera mladih istraživača – izobrazba novih doktora znanosti (NPOO_DOK_2023_10). Autori zahvaljuju na podršci Erasmus+ projektu Education for GREEN transformation of CONstruction sector – GREENCO (šifra projekta: 101111694), te projektu Active storage of captured CO₂ in net zero construction products – ASCCENT, koji je financiran sredstvima programa Europske unije Obzor Europa (šifra projekta: 101159895).

Literatura

- [1] UNEP i GABC: Not just another brick in the wall: The solutions exist - Scaling them will build on progress and cut emissions fast. Global Status Report for Buildings and Construction 2024/2025, Pariz, 2025, <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/47214>
- [2] Construction and demolition waste - European Commission, https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/construction-and-demolition-waste_en, pristupljeno: 05. lipanj 2025.
- [3] K. M. Siddiqi, D. Chatman, i G. Cook: Role of education and industry towards more sustainable construction, 2008, <https://doi.org/10.1504/IJETM.2008.017336>
- [4] T. Akyazi, I. Alvarez, E. Alberdi, A. Oyarbide-Zubillaga, A. Goti, i F. Bayon: Skills needs of the civil engineering sector in the european union countries: Current situation and future trends, Applied Sciences (Switzerland), sv. 10, izd. 20, str. 1–24, lis. 2020, <https://doi.org/10.3390/app10207226>
- [5] Home - Construction Blueprint, <https://constructionblueprint.eu/> pristupljeno: 05. lipanj 2025.
- [6] Switzer, C., Volles, N., Provenzano, G., Boitard, R.: Integrating green skills into higher education teaching and research, 2024, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15164.35209>
- [7] GPP Criteria and Requirements - European Commission, https://green-forum.ec.europa.eu/green-public-procurement/gpp-criteria-and-requirements_en, pristupljeno: 05. lipanj 2025.
- [8] ISO 14040:2006 - Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework, <https://www.iso.org/standard/37456.html>, pristupljeno: 05. lipanj 2025.
- [9] ISO 14044:2006 - Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines, <https://www.iso.org/standard/38498.html>, pristupljeno: 05. lipanj 2025.
- [10] Hrvatski kvalifikacijski okvir, <https://www.kvalifikacije.hr/hr/>, pristupljeno: 04. lipanj 2025.
- [11] Registar HKO: Upravitelj/upraviteljica održivošću, <https://hko.srce.hr/registar/standard-zanimanja/detalji/371>, pristupljeno: 05. lipanj 2025.
- [12] Registar HKO: Certifikator/certifikatorica zelene gradnje, <https://hko.srce.hr/registar/standard-zanimanja/detalji/370>, pristupljeno: 05. lipanj 2025.
- [13] GREENCO, <https://www.greenco.grad.hr/>, pristupljeno: 05. lipanj 2025.