

# EKONOMSKA I EKOLOŠKA OBILJEŽJA ODRŽIVE GRADNJE / ECONOMIC AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION

Merisa Grahović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Internacionalni Univerzitet Travnik, Aleja Konzula – Meljanac bb, 72270 Travnik, BiH  
e-mail:merisa.grahovic@iu-travnik.com

*Stručni članak*

<https://www.doi.org/10.58952/zr20251401254>

UDK/UDC 330.34:502.131.3:69

## Sažetak

*Razvojem savremeneog društva došlo je do pozitivnih promjena u vidu naglog napretka u raznim sferama ljudskog života, no evidentan je i niz negativnih uticaja na biosferu prouzrokovanih ljudskim djelovanjem što za rezultat ima narušavanje biološke raznolikosti. Da bi se smanjili i spriječili negativni uticaji na okoliš u svim segmentima poslovanja dolazi do implementacije održivog razvoja. Održiva gradnja kao važan dio održivog razvoja predstavlja pristup arhitekturi i građevinarstvu koji se fokusira na minimizaciju negativnog uticaja građevinskih objekata na životnu sredinu i društvo. Kroz poboljšanje energetske učinkovitosti, smanjenje emisije ugljen-dioksida, korištenje recikliranih i obnovljivih materijala te integraciju održivih rješenja u urbane i ruralne sredine, održiva gradnja doprinosi smanjenju negativnog utjecaja na planetu, istovremeno stvarajući ugodniji i zdraviji prostor za život. Cilj ovog rada je detaljno istražiti ekonomske i ekološke karakteristike održive gradnje, analizirajući njihove prednosti, izazove i potencijalnu primjenu u građevinskoj industriji. Ovaj rad će se fokusirati na to kako održiva gradnja može smanjiti negativne ekološke uticaje istovremeno ostvarujući dugoročne ekonomske koristi.*

**Ključne riječi:** održivi razvoj, reciklirani materijali, održiva gradnja

JEL klasifikacija: Q56, Q51, L74

## Abstract

*The advancement of modern society has brought about significant positive changes, reflected in rapid progress across various aspects of human life. However, it has also led to evident negative impacts on the biosphere due to human activities, resulting in a decline in biological diversity. In response, sustainable development is being implemented across all sectors to reduce and prevent further harm to the environment. Sustainable construction, as a crucial component of sustainable development, represents an approach to architecture and construction that prioritizes minimizing the negative environmental and societal impacts of buildings. Through improving energy efficiency, reducing carbon dioxide emissions, using recycled and renewable materials, and incorporating sustainable solutions into both urban and rural settings, sustainable construction plays a vital role in lessening the environmental footprint while creating healthier and more comfortable living spaces. This paper aims to thoroughly examine the economic and ecological characteristics of sustainable construction, assessing its advantages, challenges, and potential applications within the construction industry. It will focus on how sustainable construction can mitigate ecological harm while delivering long-term economic benefits.*

**Keywords:** sustainable development, recycled materials, sustainable construction

JEL classification: Q56, Q51, L74

## UVOD

Održiva gradnja je jedan značajnijih segmenata održivog razvoja, a implicira korištenje građevinskih materijala koji nisu štetni za okoliš. Građevinarstvo predstavlja dobru podlogu za uštedu prirodnih resursa, povećanje energetske učinkovitosti i bolje iskorištavanje obnovljivih izvora energije uz osiguranje trajnosti i kvalitete objekata. Napredak u tehnologiji osim poboljšanja u efikasnosti i održivosti građevinskih procesa, doprinosi i smanjenju negativnog uticaja na životnu sredinu. Svrha održive gradnje je stvaranje zdrave sredine, minimiziranje uticaja industrije na životnu sredinu, primjena praksi održivog razvoja, primjena energetske učinkovitosti i iskorištavanje prednosti zelene gradnje. Održiva gradnja predstavlja ključnu komponentu u modernom pristupu urbanizaciji i infrastrukturnom razvoju, jer objedinjuje ekonomske, ekološke i društvene aspekte izgradnje objekata.

## 1. ODRŽIVI RAZVOJ I GRAĐEVINSKI SEKTOR

Održivi razvoj je razvojni model koji nastoji da balansira ekonomske, socijalne i ekološke aspekte, osiguravajući ispunjenje potreba sadašnjih generacija bez ugrožavanja sposobnosti budućih generacija da zadovolje svoje potrebe. Ovaj pristup uključuje dugoročnu zaštitu životne sredine, podsticanje socijalne ravnoteže te ekonomsku efikasnost i stabilnost.

Osnovna ideja održivog razvoja je stvaranje sistema koji omogućava dugoročnu i odgovornu upotrebu resursa, s ciljem očuvanja ravnoteže između ekonomije, prirode i društva. Održivo društvo je ono koje može opstati kroz generacije, koje je dovoljno fleksibilno da se prilagodi promenama i izazovima i koje donosi mudre odluke kako bi se spriječilo iscrpljivanje prirodnih i društvenih resursa. Takvo društvo teži da obezbijedi dobrobit za sve, ne ugrožavajući životnu sredinu i socijalnu stabilnost, čime se osigurava dugoročan opstanak i razvoj. Građevinski sektor, sa velikim uticajem na životnu sredinu, igra ključnu ulogu u ostvarivanju održivog razvoja. Implementacijom održivih praksi, ovaj sektor može značajno doprinijeti smanjenju globalnog uticaja na klimu, očuvanju resursa i postizanju dugoročne stabilnosti u društvu.

## 2. EKOLOŠKA OBILJEŽJA ODRŽIVE GRADNJE

Ekološka održivost u graditeljstvu obuhvata korištenje materijala i tehnologija koji imaju minimalan negativni utjecaj na , uključujući smanjenje emisije stakleničkih plinova, racionalnu potrošnju energije i vode, te smanjenje proizvodnje otpada. Osim toga, ekološki aspekti održive gradnje obuhvataju i korištenje obnovljivih izvora energije, upotrebu prirodnih i recikliranih materijala, kao i promovisanje biološke raznolikosti unutar urbanih prostora. Korištenjem ekološki prihvatljivih materijala, smanjenjem negativnih utjecaja na okoliš i promicanjem energetske efikasnosti, održiva gradnja omogućava izgradnju zdravijih i dugotrajnijih zgrada koje su u skladu s principima održivosti, a istovremeno poboljšavaju kvalitetu života za sve korisnike i zajednicu.

Održiva gradnja podijeljena je na tri cjeline prikazane na slici 1.

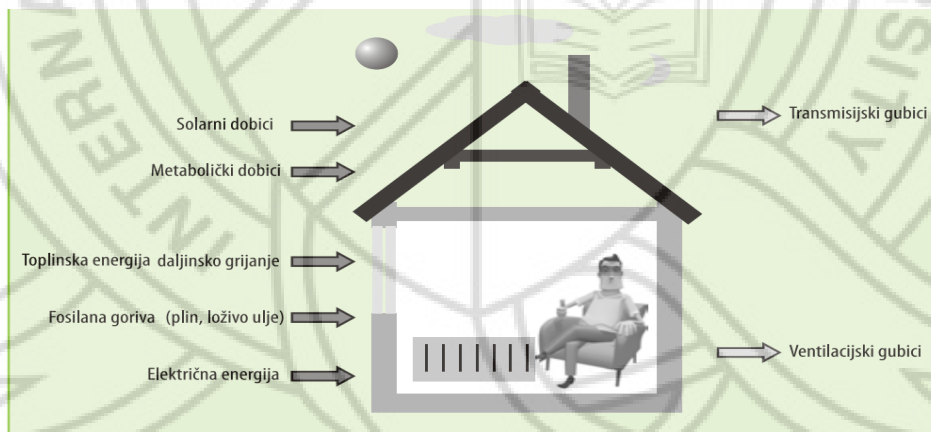


Slika 1. Elementi ekološke održivosti

## 2.1.ENERGETSKA UČINKOVITOST GRAĐEVINE

Energetska učinkovitost je zbir isplaniranih i provedenih mjera čiji je cilj korištenje minimalno moguće količine energije tako da razina udobnosti i stopa proizvodnje ostanu sačuvane.[7] Pojednostavljeno, energetska učinkovitost znači upotrijebiti manju količinu energije (energenata) za obavljanje istog posla (grijanje ili hlađenje prostora, rasvjetu, proizvodnju raznih proizvoda, pogon vozila, i dr.). Naglasak je na projektovanju zgrada koje koriste što manje energije. Mnogo novih zgrada već jeste energetski vrlo učinkovito i posjeduje prednosti kao što su trostruka stakla na prozorima, sjenila ili obloge koji osiguravaju sjenu i prirodno hlađenje (čime smanjuju potrebu za sistemima za klimatizaciju), napredni izolacioni materijali i slično. [8]

Izgradnjom kuće ili zgrade po pravilima pasivne gradnje<sup>101</sup> maksimalno se iskorištavaju svi dobici te se pokušavaju maksimalno smanjiti svi gubici u energetske bilanci. Osnovni pojmovi za analizu potrošnje energije u zgradama su toplotni gubici i dobici, koeficijent prolaska toplote te stepen-dan grijanja/hlađenja. Na slici 2 prikazana je zgrada sa svim tokovima energije, tj. prikazana je energetska bilanca zgrade.



Slika 2. Energetska bilanca porodične kuće [2]

Izvor: <https://www.enu.hr/wp-content/uploads/2016/03/Priru%C4%8Dnik-za-provedbu-energetskih-pregleda-zgrada.pdf>

<sup>101</sup> Pasivna zgrada (ili pasivna kuća) je energetski visokoučinkovit objekt koji je dizajniran tako da osigurava maksimalnu udobnost uz minimalnu potrošnju energije, bez potrebe za klasičnim sistemima grijanja ili hlađenja.

Energetska bilanca zgrade podrazumijeva sve energetske gubitke i dobitke. Pri tome se uobičajeno govori o toplotnoj bilanci, odnosno razmatra se koliko je energije potrebno da bi se zadovoljile toplotne potrebe zgrade. Važno je zapamtiti da je potreba za toplotnom energijom uvijek usko vezana za toplotne gubitke zgrade. Naime, dok god su toplotni dobici energije dovoljni za pokrivanje toplotnih gubitaka, u zgradi će se održavati željeni uvjeti toplotne ugodnosti.

Prema tome, mora vrijediti jednakost:

$$Q + Q_{in} + Q_{sun} = Q_{trans} + Q_{vent} + Q_{gg} \quad (1)$$

gdje je:

$Q$  – primarna energija goriva koje se koristi za grijanje prostora,

$Q_{in}$  – unutrašnji toplotni dobici,

$Q_{sun}$  – toplotni dobici od sunca,

$Q_{trans}$  – transmisijski gubici,

$Q_{vent}$  – ventilacijski gubici,

$Q_{gg}$  – gubici u sistemu grijanja

Transmisijski gubici nastaju prolazom (transmisijom) topline energije kroz elemente ovojnice zgrade. Oni ovise o konstrukcijskim elementima zgrade (materijalima izrade vanjske ovojnice – npr. opeka, armirano-betonska konstrukcija), debljini toplotne zaštite, tipu prozora, vrata, itd. Transmisijski gubici nisu jedini koji određuju potrebe grijanja zgrade. Naime, njima se moraju pribrojiti i toplotni gubici zbog provjetravanja, tzv. ventilacijski gubici ( $Q_{vent}$ ). Osim gubitaka, u zgradama postoje i dobici toplotne energije koji ne dolaze iz sistema grijanja, tzv. slobodni toplotni dobici. U ove se dobitke uključuje toplotna energija dobijena od osoba koje borave u prostoru, kao i od različitih uređaja koji se koriste u prostoru. Ovi se dobici nazivaju unutrašnji ili interni dobici ( $Q_{in}$ ). Osim toga, određena količina toplotne energije u prostor dolazi i od sunčevog zračenja ( $Q_{sun}$ ). Da bi sistem grijanja/hlađenja zadovoljio toplotne potrebe zgrade, potrebna je određena količina primarne energije (energenta)  $Q$ . Ova je energija veća od korisne energije  $Q_k$  jer tehnički sistemi nisu savršeni, tj. oni također imaju svoje gubitke ( $Q_{gg}$ ). Naime, unutrašnja kalorička energija goriva se ne može iskoristiti u potpunosti, jer se dio energije izgubi zbog nepotpunog izgaranja i preko ispuštenih dimnih plinova, a dio se prenosi sa samog kotla na okoliš zračenjem i konvekcijom. [2]

Temeljno načelo smanjenja energetske potrebe za grijanje kuće ili povećanja energetske efikasnosti je optimalna toplotna zaštita i izbjegavanje toplotnih mostova. Dakle, zadaća toplotne izolacije jeste smanjenje toplotnih gubitaka i posredno troškova energije, ali i zaštita nosive konstrukcije pred vanjskim vremenskim utjecajima i njihovim posljedicama. Ušteda energije, odnosno toplotna izolacija pojedinog prostora ne zavisi samo od debljine i kvalitete izolatora, već i o kvalitetnom načinu postavljanja i ugradnje. Dobra i kvalitetna toplotna izolacija pojedinačnih dijelova – krova, vanjskog zida ili podruma je najsigurniji i najodrživiji način da se izbjegnu toplotni gubici. [3] U svrhu povećanja energetske učinkovitosti, u održivoj gradnji koriste se toplinskoizolacijski materijali, koji se mogu podijeliti prema različitim kriterijima, kao što su porijeklo, toplotna provodljivost, ekološka prihvatljivost i primjena. Njihova osnovna podjela prikazana je tabeli 1.

*Tabela 1. Podjela toplotnoizolacionih materijala [3]*

| Anorganski toplinskoizolacijski mat. |                        | Organski toplinskoizolacijski mat.   |                         |
|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| TI od miner. vlakana                 | Pjenasti TI materijali | TI od biljnih i životinjskih vlakana | Pjenasti TI materijali  |
| staklena vuna                        | penasto staklo         | kokosova vlakna, slama               | ekspandirani polistiren |
| kamena vuna                          | vermikulit             | TI od drvenih vlakana                | ekstrudirani polistiren |
|                                      | perlit                 | pamuk, ovčja vuna, pluta             | prozirni TI             |
|                                      | ekspandirana glina     | celulozna TI, papirna TI             |                         |

Izvor: <https://www.bib.irb.hr:8443/476416>

Odabir toplotnoizolacionog materijala ovisi o nizu faktora, a jedan od najvažnijih je njegova toplotna provodljivost. Što je toplotna provodljivost niža, materijal bolje zadržava toplotu, odnosno ima veću otpornost na prijenos toplote. Međutim, prilikom odabira materijala važno je uzeti u obzir i druge faktore, poput ekološke prihvatljivosti, zapaljivosti, potencijalne štetnosti po zdravlje te namjene prostora u kojem će se materijal koristiti.

Shodno svemu navedenom, cijela koncepcija energetske učinkovitog građenja zahtijeva integrirani pristup koji podrazumijeva istodobno razmatranje svih aspekata građevine – od arhitektonskog oblikovanja i konstrukcijskih rješenja, preko protupožarne sigurnosti i akustičkih svojstava, pa sve do energetske potrošnje i ukupne ekološke kvalitete objekta.

## 2.2.KORIŠTENJE MANJE ŠTETNIH MATERIJALA

Građevinski materijali i tehnologije neprestano su se razvijali kroz historiju. Umijeće građenja započelo je korištenjem prirodnih resursa poput neobrađenog drveta, kamena, slame, lišća i zemlje. Ovi materijali bili su lako dostupni i u skladu s prirodom, ali su s vremenom počeli pokazivati ograničenja – naročito kada je riječ o trajnosti i otpornosti na vremenske uslove. Kako je čovjek oduvijek težio napretku i većoj pouzdanosti svojih građevina, javila se potreba za otkrivanjem i razvojem trajnijih i izdržljivijih materijala. Pečenje opeke predstavlja jedan od najstarijih primjera korištenja toplotne energije za dobijanje trajnih materijala, a otkriće prirodnih anorganskih veziva poput pucolanskih materijala rezultiralo je vapneno-pucolanskim cementom te je kao rezultat toga otkriven portland cement. [6] Građevinarstvo je veliki potrošač prirodnih resursa, no isto tako je i veliki proizvođač građevinskog otpada. Osnovni materijal u građevinarstvu je beton, njegovi neizostavni sastojci su cement, agregat i voda te svaki od njih ima velik uticaj na okoliš. Proizvodnja cementa rezultira velikom potrošnjom energije i emisije ugljikovog dioksida (stakleničkih plinova). Jedan od problema današnjice je i globalno zatopljenje zbog čega je potrebno smanjiti količinu ugljikovog dioksida u atmosferi.

Uzimajući u obzir navedene okolnosti, javlja se sve veća potreba za redefiniranjem principa djelovanja savremene građevinske industrije. Poseban naglasak stavlja se na istraživanje i implementaciju novih građevinskih materijala koji su održiviji i ekološki prihvatljiviji u odnosu na konvencionalni beton i druge materijale s negativnim utjecajem na okoliš tokom proizvodnog procesa.

### 3.EKONOMSKA OBILJEŽJA ODRŽIVE GRADNJE

Ekonomija ima centralnu ulogu u savremenom svijetu. Osnovne ideje koje se provlače cijelim područjem ekonomije su oskudnost resursa i želja za efikasnošću. Prirodni resurs je do nedavno bio na marginama ekonomije te pitanje prekomjernog iskorištavanja prirodnih resursa nije imalo na značenju. [5]

Kada govorimo o ekonomskom razvoju isti je zamijenjen novim održivim razvojem koja nastaje kao odgovor na globalne probleme koji zahtijevaju sudjelovanje svih zemalja svijeta u njihovu rješavanju, a koji proizlaze iz ekonomskih, političkih, kulturnih i etničkih diferencijalnih potreba ljudi i profiliraju pogled na svijet - odozdo iz društvene baze, poštujući pritom dugoročne, globalne tendencije, istodobno tih novih i starih razvojnih trendova. [4] Jedna od osnovnih postavki ekonomske održivosti jeste smanjenje operativnih troškova tokom korištenja objekta, kroz uštedu energije, vode i drugih resursa. Iako su početna ulaganja u održivu gradnju često viša u odnosu na konvencionalnu, ova ulaganja se u većini slučajeva nadoknade kroz niže troškove eksploatacije i održavanja, kao i kroz povećanu tržišnu vrijednost nekretnine. Dugoročna ekonomska korist ogleda se i u povećanju energetske efikasnosti, što direktno utiče na smanjenje mjesečnih računa za energente, ali i na stabilnost u promjenjivim tržišnim uslovima. Održivi objekti su često otporniji na energetske krize i zakonske promjene koje favorizuju energetske učinkovite zgrade.

Takođe, održiva gradnja podstiče lokalnu ekonomiju kroz zapošljavanje stručnjaka iz oblasti energetske efikasnosti, održivog dizajna, projektovanja i upravljanja resursima. Ona doprinosi razvoju zelene ekonomije i stvaranju novih radnih mjesta u sektorima koji su usmjereni na očuvanje prirodnih resursa i unapređenje kvaliteta života.

U procesu izgradnje svake konstrukcije, neophodno je uzeti u obzir sva projektovana opterećenja, kao i njihove moguće kombinacije, kojima će objekat biti izložen tokom upotrebe. Sposobnost građevine da sigurno preuzme ta opterećenja u velikoj mjeri zavisi od pravilnog izbora materijala. Ključna uloga građevinskog inženjera jeste da pronađe optimalnu kombinaciju materijala koja će u potpunosti ispuniti funkcionalne zahtjeve konstrukcije, a istovremeno imati što manji negativan uticaj na okolinu u kojoj se gradi. Uticaj građevinskih materijala na životnu sredinu i zdravlje ljudi moguće je ublažiti primjenom različitih održivih pristupa i tehnoloških rešenja.

Učinkovitost resursa postiže se korištenjem recikliranog sadržaja, iskorištavanjem prirodnih, obilnih i obnovljivih resursa i učinkovitom proizvodnjom. Ako je moguće, koristiti lokalno dostupni građevinski materijal kako bi se uštedila energija i resursi potrebni za prijevoz do mjesta projekta. Pri odabiru materijala traže se oni povoljni za višekratnu upotrebu ili za recikliranje. Uz učinkovitost materijala treba obratiti pažnju na njegovu trajnost i na uticaj koji ima na kvalitetu zraka unutar građevine. Kvaliteta zraka poboljšava se korištenjem netoksičnih materijala s minimalnom hemijskom emisijom za čije održavanje nisu potrebne štetne metode čišćenja. [1]

## ZAKLJUČAK

Održiva gradnja sve više zauzima centralno mjesto u savremenom pristupu planiranju i realizaciji građevinskih projekata. Njena važnost ogleda se u činjenici da uspješno integriše ekološke principe, ekonomsku isplativost i društvenu odgovornost. Takav pristup omogućava stvaranje prostora koji ne samo da smanjuju negativan uticaj na životnu sredinu, već i dugoročno poboljšavaju kvalitet života svojih korisnika.

S obzirom na ograničenost prirodnih resursa i sve izraženije efekte klimatskih promjena, postaje jasno da dalji razvoj mora biti usmjeren ka održivim rješenjima. Održiva gradnja odgovara na ove izazove putem racionalne upotrebe materijala, povećane energetske efikasnosti i primjene obnovljivih izvora energije. Time se ne štiti samo priroda, već se i značajno smanjuju troškovi korištenja objekta tokom njegovog životnog vijeka.

Ekonomska održivost je jedan od ključnih faktora zbog kojih sve veći broj investitora i korisnika bira ovakav tip gradnje. Niži troškovi eksploatacije, duži vijek trajanja objekta, manja potreba za održavanjem, kao i povećana tržišna vrijednost nekretnine, čine održivu gradnju isplativom investicijom. Uz to, njen pozitivan uticaj na lokalnu ekonomiju i zapošljavanje u „zelenim“ industrijama dodatno potvrđuje njen razvojni potencijal.

Na kraju, održiva gradnja nije samo tehnički izazov – ona je i društvena odgovornost. Njena primjena znači stvaranje zdravijeg, sigurnijeg i kvalitetnijeg životnog prostora za sadašnje i buduće generacije. Kroz ovaj pristup gradimo ne samo zgrade, već i temelje za održivije, pravednije i prosperitetnije društvo.

## LITERATURA

1. Bandalo L., Od linearne ekonomije prema održivom graditeljstvu, Završni rad, Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, Rijeka 2021.  
<https://zir.nsk.hr/islandora/object/gradri%3A1265/datastream/PDF/view>
2. Čačić G., Morvaj Z., Sučić B., Zanki V., Priručnik za provedbu energetske pregleda zgrada, Zagreb 2010.  
<https://www.enu.hr/wp-content/uploads/2016/03/Priru%C4%8Dnik-za-provedbu-energetskih-pregleda-zgrada.pdf>
3. Kolić D., Šimunović T., Ekonomske i ekološke karakteristike energetske učinkovite gradnje, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, 2009.  
<https://www.bib.irb.hr:8443/476416>
4. Dragičević, M., Održivi razvoj – koncepcija gospodarskog razvoja Hrvatske, Gospodarski rast-Lice i naličje, Društvena istraživanja, br. 6(2-3 (28-29)), 1997.  
<https://hrcak.srce.hr/31705>
5. Pupovac, D., Održivi razvoj – Novo lice ekonomije, *Socijalna ekologija*, 24, 2015.  
<https://hrcak.srce.hr/168530>
6. Verišić A., Obnovljivi materijali u građevinarstvu i ekološka gradnja, Završni rad, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split 2022.  
<https://zir.nsk.hr/islandora/object/gradst:2525>
7. [https://hr.wikipedia.org/wiki/Energetska\\_u%C4%8Dinkovitost](https://hr.wikipedia.org/wiki/Energetska_u%C4%8Dinkovitost),  
(Datum pristupa: 10.02.2025.)
8. <http://www.ra-igra.hr/odrziva-gradnja>  
(Datum pristupa:10.02.2025.)