

Primljen / Received: 4.7.2023.

Ispravljen / Corrected: 30.8.2023.

Prihvaćen / Accepted: 24.10.2023.

Dostupno online / Available online: 10.12.2023.

# Preispitivanje socijalnog stanovanja s gledišta ekološke održivosti: empirijska analiza

## Autori:



Izv.prof.dr.sc. **Seyda Emekci**, dipl.ing.arch.  
Sveučilište Yildirim Beyazit u Ankari, Turska  
Fakultet za arhitekturu i umjetnost  
[semekci@aybu.edu.tr](mailto:semekci@aybu.edu.tr)

Autor za korespondenciju



Izv.prof.dr.sc. **Ali Abbas**, dipl.ing.građ.  
Sveučilište u istočnom Londonu  
Fakultet za arhitekturu, računarstvo i inženjerstvo  
[a.abbas@uel.ac.uk](mailto:a.abbas@uel.ac.uk)

Prethodno priopćenje

**Seyda Emekci, Ali Abbas**

## Preispitivanje socijalnog stanovanja s gledišta ekološke održivosti: empirijska analiza

Ekološki problemi sve češće predstavljaju važne strategije za postizanje održivosti u socijalnom stanovanju, s obzirom na stalnu potražnju za socijalnim stambenim objektima u urbanim sredinama. Međutim, kako bi ostali jeftini, stanovi izgrađeni za osobe s niskim primanjima zahtijevaju veće ekološke kompromise. Glavni je cilj ovog istraživanja ispitati projekte socijalnog stanovanja sa stajališta ekološke održivosti i utvrditi imaju li mali utjecaj na okoliš. Tim se istraživanjem nastoji informirati tvorce politika o ekološkoj održivosti projekata socijalnog stanovanja i pružiti priliku za preispitivanje stambenih politika u smislu ekološke održivosti. Odabrano je šest projekata socijalnog stanovanja u istim klimatskim uvjetima u Španjolskoj i Turskoj, s različitim ekonomskim klasifikacijama i stambenim politikama. Istraživanje pokazuje da, iako socijalni stanovi izgrađeni u Španjolskoj imaju manji ugljični otisak od stanova u Turskoj tijekom faza proizvodnje (A1–A3) i izgradnje (A4–A5), projekti socijalnog stanovanja u obje zemlje ne mogu se klasificirati kao projekti stambenog zbrinjavanja s malim utjecajem na okoliš.

### Ključne riječi:

stambena politika, socijalno stanovanje, ekološka održivost, stambeni objekti s malim utjecajem na okoliš, emisije CO<sub>2</sub>

Research Paper

**Seyda Emekci, Ali Abbas**

## Rethinking social housing in terms of environmental sustainability: An empirical analysis

Environmental problems are being increasingly recognised as critical strategies for attaining sustainability in social housing, given the persistent demand for social housing in urban areas. However, to remain inexpensive, housing built for low-income groups requires greater environmental compromises. The main objective of this study is to examine social housing projects from an environmental sustainability standpoint and determine whether they have a low environmental impact. This study also aims to inform policymakers about the environmental sustainability of social housing projects and provide an opportunity to review housing policies in terms of environmental sustainability. Six social housing projects were selected under the same climatic conditions from Spain and Turkey, with distinct economic classifications and housing policies. The findings indicate that although social housing built in Spain has a smaller carbon footprint than Turkey throughout the manufacturing (A1–A3) and building (A4–A5) phases, social housing projects in both countries cannot be classified as low-impact housing projects.

### Key words:

housing policy, social housing, environmental sustainability, low environmental impact housing, CO<sub>2</sub> emissions

## 1. Uvod

Smatra se da je oko 1,47 milijardi ljudi u svijetu siromašno, što se mjeri međunarodnim pragom siromaštva od 1,90 \$ dnevno [1]. Poremećaj uzrokovan pandemijom COVIDA-19 pojačao je sile sukoba i klimatskih promjena koje su već spriječile napredak u smanjenju siromaštva tijekom 2020. godine, uzrokujući ozbiljan porast globalnog siromaštva prvi put u više od 20 godina. Kao posljedica pandemije, dodatnih 120 milijuna ljudi sada živi u siromaštvu, a predviđa se da će se taj broj povećati na 150 milijuna do kraja 2021. godine [2], unatoč naporima u okviru cilja održivog razvoja da se siromašno urbano stanovništvo svede na najmanju moguću mjeru [3]. U gradovima je pokrenuto nekoliko inicijativa vezanih za socijalno stanovanje kako bi se pronašao smještaj socijalno ugroženoga stanovništva. Tijekom razdoblja od 2000. do 2020. godine, programi za poboljšanje života u sirotinjskim četvrtima tvrde da su pomogli gotovo 300 milijuna pojedinaca u tim četvrtima, pokazujući relevantnost stambenih programa, a predviđa se da će se taj trend nastaviti i u idućim desetljećima [4].

Slično tome, ključno je osmisлити metode usmjerene na smanjenje ne samo siromaštva, već i troškova procjene emisije CO<sub>2</sub> tijekom životnog ciklusa zgrada. Prema izvješću koje su 2019. objavili Program Ujedinjenih naroda za okoliš i Međunarodna agencija za energiju, građevinski sektor odgovoran je za 39 % globalnih emisija CO<sub>2</sub> povezanih s energijom. Većina zemalja uključila je zgrade u svoj namjeravani nacionalno utvrđeni doprinos, dobrovoljni cilj smanjenja emisija CO<sub>2</sub>, kako bi se emisije CO<sub>2</sub> iz građevinskog sektora svele na najmanju moguću mjeru [5]. Među svim vrstama zgrada, stambene zgrade čine 27 % globalne potrošnje energije i generiraju 17 % globalnih emisija CO<sub>2</sub> [6]. Kada se radi o socijalnom stanovanju, pitanja zaštite okoliša sve se više prepoznaju kao ključni ciljevi politike za postizanje održivosti u jeftinom socijalnom stanovanju, s obzirom na štetne učinke klimatskih promjena i smanjenja prirodnih resursa [7]. Od sredine devedesetih godina prošlog stoljeća, ističe se važnost ekološke održivosti u socijalnom stanovanju zajedno s promicanjem održivog razvoja ljudskih naselja, kako je navedeno u Istanbulskom planu Habitat II 1995. godine [8]. S obzirom na značajan broj stanova u tržišnom sektoru, može se očekivati znatno pogoršanje kvalitete okoliša i neučinkovito primjenjivanje resursa ako oblikovanje stambenog prostora nije ekološki prihvatljivo. Slijedom toga, promovira se održiva arhitektura koja je, posebice u razvijenim zemljama, i prihvaćena, što je rezultiralo boljim životnim okruženjem za ljude s niskim primanjima [9, 10]. Međutim, zbog činjenice da su jeftini, rješavanje ekoloških problema puno više utječe na stanove izgrađene za skupine s niskim primanjima. S obzirom na životni ciklus zgrade, smanjenje emisija stakleničkih plinova nedavno je postalo ekološki prioritet u pogledu razvoja socijalnog stanovanja i postizanja održivosti [11]. Međutim, postoji nesporazum unutar i između graditelja stanova i tvorca politike o tome kako zajednički riješiti ove kritične izazove u stambenoj politici, što je pogoršano nedostatkom sustavnih

istraživanja o teoriji, praksi i metrikama za integraciju ekološke održivosti i niskih troškova stanovanja. Argument o troškovima i prednostima ekološki održivog stanovanja, kao i implikacijama na troškove stanovanja, prije svega je predstavljen kao kompromis između dva konkurentna cilja, odnosno troškova i ekološke učinkovitosti. Stoga je primarni cilj ovog istraživanja analizirati socijalne stanove izgrađene za osobe u nepovoljnom položaju iz perspektive ekološke održivosti i tražiti odgovor na pitanje ima li socijalno stanovanje i mali utjecaj na okoliš. Nadalje, s obzirom na stalnu potrebu za socijalnim stambenim građevinama u urbanim regijama, potrebno je istražiti sadašnje politike o jeftinom javnom socijalnom stanovanju. Ovo istraživanje osmišljeno je kako bi prosvjetlilo tvorce politika o ekološkoj održivosti razvoja socijalnog stanovanja i pružilo priliku za preispitivanje stambenih politika u smislu ekološke održivosti. Ovaj rad analizira projekte socijalnog stanovanja u istim klimatskim uvjetima u Turskoj i Španjolskoj, gdje su na snazi različite stambene politike. Program OERCO2 upotrijebljen je zbog svoje strukture otvorenog izvora i sučelja prilagođenih korisniku.

## 2. Razumijevanje socijalnog stanovanja za skupine s niskim primanjima

S napretkom industrijalizacije i urbanizacije, pojedinci su se preselili iz ruralnih zaleđa u gradska središta kako bi pronašli posao i poboljšali svoj životni standard. Vlade mnogih razvijenih zemalja i zemalja u razvoju predane su pružanju cjenovno pristupačnih stanova koji su prikladni, jeftini i prihvatljive kvalitete kao temeljne društvene potrebe skupinama s niskim primanjima. Mnoge regije širom svijeta dominirale su u izgradnji novih stambenih zgrada tijekom posljednjih nekoliko desetljeća [12]. Međutim, upotreba metoda održive gradnje za ublažavanje krize socijalnog stanovanja relativno je rijetka [13]. Ipak, nužno je da održiva intervencija u građevinskom sektoru opstane zbog velikih financijskih i prirodnih resursa i značajnih tokova otpada koje stvara [14]. Izvješće Brundtland opisuje održivost kao razvoj koji se bavi zahtjevima današnjice i ne ugrožava sposobnost budućih generacija da zadovolje vlastite potrebe [15]. Svjetska komisija za okoliš i razvoj nadalje tvrdi da je ova ideja okvir za integraciju politike zaštite okoliša i razvojne strategije. Ta definicija razlikuje dva bitna koncepta. Prvi je uvjerenje da su potrebe siromašnih zadovoljene, a drugi je sposobnost budućih generacija da reagiraju [16]. Na temelju oba načela potrebno je na odgovarajući način riješiti zahtjeve za socijalnim stanovanjem osoba s niskim primanjima, rješavajući istodobno ekološka ograničenja, a oba se trebaju rješavati na sadašnjoj i budućoj razini u smislu razvojnih tehnika i socijalnih komponenti [17]. Međutim, potrebna su ekonomska sredstva za pružanje socijalne usluge ili za odražavanje neprofitne motivacije u stavljanju stanova na raspolaganje korisnicima i razmatranju zaštite okoliša pri odabiru izgradnje socijalnih stanova. Zabrinutost za održivost javlja se ako odgovarajuće mjere za pružanje socijalnog stanovanja nisu primjereno i

učinkovito integrirane [17]. Mjere energetske učinkovitosti često imaju značajne početne troškove, ali koristi su raspoređene na dulje razdoblje. S tako visokim diskontnim stopama, kupci često ne mogu štedjeti za budućnost ili imati pristup gotovini za ulaganje [18]. U većini slučajeva, budući da je u socijalnom stanovanju kvantiteta važnija od kvalitete, fokus je usmjeren na ekonomski učinkovitu primjenu resursa, a ekološka se šteta često zanemaruje.

### 3. Što su stanovi s malim utjecajem na okoliš?

Zgrade s malim utjecajem na okoliš, poznate i kao zelene zgrade, općenito obuhvaćaju metode gradnje i uporabe koje su ekološki prihvatljive i učinkovite tijekom cijelog životnog vijeka zgrade [19]. Prema Kraljevskom institutu britanskih arhitekata, predloženo je šest važnih načela za projektiranje zgrada s malim utjecajem na okoliš:

- integrativni pristup primjeni energije koja odgovara vrsti zgrade
- upotreba oblika i sastavnih dijelova zgrade za smanjenje energetske potražnje
- usredotočenost na izolaciju i zrakonepropusnost
- provedba visoko učinkovitih usluga pomoću goriva s niskim udjelom ugljika
- provedba djelatnosti s niskim emisijama ugljika u zgradama
- inkorporiranje obnovljive energije [20].

To jasno naglašava važnost ranih faza planiranja i projektiranja u procesima izgradnje, kao što su orijentacija zgrade [21], odabir materijala [22] i bioklimatske značajke [23, 24], kako bi se izgradila zgrada s malim utjecajem na okoliš. Iako ne postoji precizna definicija zgrade s malim utjecajem na okoliš, neke su je zemlje pokušale definirati postavljanjem ograničenja potrošnje energije. Primjerice, u danskim građevinskim propisima energetske okviri u stambenim zgradama podijeljeni su u dvije razine potrošnje energije: niskoenergetski razred 1 (35 kWh/m<sup>2</sup>) i niskoenergetski razred 2 (50 kWh/m<sup>2</sup>) [25]. Prema Gonzálezu i Navarru [19], proizvodnja CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> kod stanova s malim utjecajem na okoliš iznosi 196,028 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, a proizvodnja u slučaju konvencionalnih stanova iznosi 269,572 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. Prema Europskoj komisiji, zgrade s ugljičnim otiskom (tCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>) manjim od 0,5 tCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup> mogu se klasificirati kao zgrade s malim utjecajem na okoliš [26].

### 4. Napori uloženi u socijalno stanovanje

U zemljama u razvoju javni i privatni sektori imaju ključnu ulogu u ponudi stambenih nekretnina [27], dok se stambeno zbrinjavanje u razvijenim zemljama uglavnom temelji na javnom sektoru. Stanovi za osobe s niskim primanjima imaju razna imena, uključujući socijalno, javno, pristupačno stanovanje i stanovanje u zajednici [28]. Svaki koncept odnosi se na različite aktere uključene u stambenu izgradnju i razvijen je kao odgovor na stambene politike koje su se promijenile tijekom prethodnih

50–60 godina. Stambene politike doživjele su značajne transformacije tijekom tri razdoblja. Počevši od 1960-ih, implementirana je metoda socijalnog stanovanja, nakon čega je sredinom 1970-ih utemeljen pristup samopomoći, a omogućen je sredinom 1980-ih [8, 29]. U većini slučajeva, socijalni su stanovi u vlasništvu i održavanju vladinih organizacija, koje su zadužene za pružanje smještaja koji uključuje mjesto za stanovanje, kao i bitnu infrastrukturu i usluge. Primarna ograničenja prve metode su nemogućnost zadovoljavanja goleme potražnje za stanovima osobama s niskim primanjima i nemogućnost siromašnih da si priušte stanove zbog visokih troškova stambenih jedinica [27]. S obzirom na sve veću zabrinutost zbog iscrpljivanja resursa i štetnih učinaka klimatskih promjena, sve veća pozornost pridaje se ekološkim pitanjima i klimatskoj osjetljivosti među kućanstvima s niskim primanjima.

#### 4.1. Turska

U Turskoj se već godinama raspravlja o socijalnom stanovanju jer skupine s niskim primanjima ne mogu dobiti adekvatan smještaj zbog nedostatka zakonskih i sveobuhvatnih mogućnosti. Međutim, većina pristupa bavila se ovim pitanjem sa stajališta "nedostatka kućanstava". Kratkoročne populističke politike i neznanje o složenosti situacije samo su pridonijeli zamršenosti pitanja [30]. Koncept socijalnog stanovanja bio je periferna tematika sve do početka 2000-ih zbog postupnog smanjenja državne intervencije u ranim godinama. Do 2000. godine ni privatni sektor ni državni subjekti ili instrumenti nisu mogli doći do potpunog odgovora [31]. Brza urbanizacija Turske i veličina novih konstrukcija zahtijevaju hitne promjene zakonodavnog i operativnog okvira. Mjere državne politike često su potrebne za rješavanje stambenih potreba stanovništva bez nepotrebnih troškova [32]. Vlada je 2002. godine istaknula važnost neoliberalne politike i provela nacionalnu ekonomsku strategiju koja se uglavnom temeljila na velikim građevinskim projektima. S obzirom na to što se je Vladina politika temeljila na ideji da sigurno i jeftino stanovanje više nije dostupno na tržištu i da ljudi s niskim primanjima imaju neprimjerene životne uvjete, Vlada je počela davati prednost stanovima za osobe s niskim primanjima [33]. Slijedom toga, Vlada je morala intervenirati na tržištu i izgraditi što više stambenih zgrada kako bi se situacija riješila u najkraćem mogućem roku.

Financijska rješenja temeljena na obveznicama razvila su se u nekoliko zemalja OECD-a, pružajući cjenovno pristupačnijim pružateljima stambenih usluga jeftine, dugoročne kredite za promicanje cjenovno pristupačne stambene ponude [34]. Međutim, u Turskoj su samo napori Državne uprave za stambena pitanja (engl. *Housing Development Administration* - HDA) riješili problem cjenovno pristupačnog stanovanja. Budući da privatni sektor nije dužan pružati socijalno stanovanje zbog financijskih zabrinutosti, izbjegava izgradnju socijalnih stanova. HDA je jedini autoritet Turske za izgradnju kuća za osobe s niskim primanjima. Stoga se mora raspravljati o učinkovitosti aktivnosti HDA koje prevladavaju u ovom sektoru.

Cilj je ovog istraživanja dovesti u pitanje dugoročnu učinkovitost kuća koje gradi HDA, jedini omogućitelj socijalnog stanovanja u Turskoj, u smislu cjenovne pristupačnosti.

HDA je posljednjih 20 godina dala prednost socijalnom stanovanju [33]. Osnovana 1984. godine, a vodi se na neprofitnoj osnovi, postala je glavno državno tijelo nadležno za nacionalni razvoj stanovanja [35]. HDA je u turskom stambenom sektoru poduzela važne mjere za ublažavanje stambenog deficita. HDA tvrdi da je zadovoljeno 5–10 % turskih stambenih zahtjeva, što rezultira s oko 50.000 stambenih jedinica godišnje. TOKI je od 1983. godine izgradio ukupno 837.572 stambene jedinice [36]. Što se tiče raspodjele stambenih projekata HDA-a, 15 % su projekti "Prikupljanja sredstava metodom podjele prihoda", a preostalih 85 % projekti "Socijalnog stanovanja" [37]. Međutim, nedostatak fleksibilnosti projektiranja dovodi do jednolikosti koja proizlazi iz brze proizvodnje, bez uzimanja u obzir regionalne i klimatske razlike. Slijedom toga, izgradnja je u svakoj regiji izvedena na standardan način s malo izmjena. Građevni materijali su iste vrste u cijeloj zemlji. Drugim riječima, HDA uglavnom gradi određenu vrstu standardnih stambenih zgrada s ravnim fasadama i ponavljajućim oblikovanjem [38]. Program socijalnog stanovanja HDA-a usmjeren je na siromašne pojedince s niskim i srednjim primanjima koji:

- ne mogu priuštiti kupnju kuće po trenutničnim tržišnim uvjetima i čiji maksimalni dohodak ne prelazi 6500 turskih lira (277,03 EUR)
- posjeduju "zelenu kartu"
- "primaju plaću u skladu sa Zakonom br. 2022205"
- "ostvaruju korist od Fonda za socijalnu pomoć i poticanje solidarnosti u skladu sa Zakonom br. 3294206"
- "ne ovise ni o jednoj od ustanova socijalne sigurnosti" [39].

Međutim, održivost se ne smatra ključnim problemom u planiranju ili arhitektonskim praksama većine gradnji socijalnih stanova. Uz poboljšanje kvalitete i brzine projekata socijalnog stanovanja, ključno je razmotriti održivost i smanjiti odstupanja između stambenih potreba i profitabilnosti.

## 4.2. Španjolska

Stambenim sektorom u Španjolskoj dominira sektor stanova u vlasništvu stanara [40], s malim sektorom iznajmljivanja. Državna potrošnja na stambenu politiku čini manje od 1 % BDP-a, što je znatno manje u usporedbi s drugim razvijenim zemljama [41]. Zbog prošlih državnih politika, stanovanje i nekretnine ostale su značajne komponente španjolskoga gospodarstva i nakon završetka diktature, a vlasništvo stambenih nekretnina posljedično se pojavilo kao stup španjolske političke ekonomije. Kao najvažnija veza između vladinih politika i rasta oblika reprodukcije od koje korist imaju najugroženiji, stanovanje u Španjolskoj također predstavlja najvažniji odnos između Vladinih politika i razvoja građevinske i financijske industrije [42]. Frankova vlada poticala je građevinsku industriju pružanjem izravnih subvencija graditeljima u svrhu poticanja gospodarskog

razvoja, a ne za postizanje socijalnih ciljeva, kao što je bio slučaj s prethodnom vlašću [43]. Nakon Građanskog rata proveden je niz propisa o najmu kako bi se potaknulo iznajmljivanje stanova uz kažnjavanje novih privatnih ulaganja u iznajmljivanje stanova, što je rezultiralo degradacijom postojećih objekata. Nadalje, španjolsko stambeno tržište izdvojilo je ograničena financijska sredstva za izgradnju novih javnih stanova za najam. Prije šezdesetih godina prošlog stoljeća postojali su zakoni za razvoj iznajmljenih socijalnih stambenih prostora u vlasništvu vlade. Kao dio Stambenog plana 1961.-1976., Frankova vlada promijenila je prethodnu politiku koja je poticala izgradnju stanova koje subvencionira država, a u kojima novi projekti mogu ostati u privatnom vlasništvu [44]. Dok su programi socijalnog stanovanja u ostatku Europe u to vrijeme bili povezani s iznajmljivanjem, te su politike integrirale državne stambene jedinice u privatna tržišta. Kao posljedica tih politika, došlo je do raširene percepcije javnosti da je iznajmljivanje gubitak novca, što dovodi do političkog otpora fiskalnim reformama koje mogu koristiti općoj populaciji [41]. Iz politike šezdesetih godina prošlog stoljeća proizašlo je grubo tržište nekretnina, a u kombinaciji s nedostatkom socijalnih stanova, radnička klasa našla se na milost i nemilost ulagača u nekretnine. Zbog visoke stope vlasništva nad nekretninama u Španjolskoj i velikog hipotekarnog duga, globalna financijska kriza iz 2007. godine otkrila je temeljne nedosljednosti u stambenom sektoru, koji je jedva povećao produktivnost tijekom prethodnog desetljeća [45]. Prije financijske krize, 87 % španjolskog stambenog fonda bilo je u privatnom vlasništvu, a zemlja je imala jednu od najviših stopa vlasništva nad nekretninama u Europskoj uniji, sa stopom od 76,2 % u 2019. godini, daleko iznad europskog prosjeka od 69,80 % [46]. Za razliku od ostatka Europe, gdje stanovi iznajmljeni u socijalne svrhe dominiraju infrastrukturom socijalnog stanovanja, španjolska stambena politika daje prednost vlasništvu nad stambenim nekretninama, pri čemu se iznajmljuje samo 2,5 % ukupnog stambenog fonda [40]. U kontekstu "socijalnog stanovanja", povijesno gledano, kako bi se omogućila stambena ponuda, primijenjene su dvije različite mogućnosti pod oznakom *Vivienda de Proteccio 'n Oficial*, često poznata kao subvencionirano stanovanje ili kao stanovi za najam. U prvom slučaju, subvencije se na tržištu nekretnina pružaju i na strani ponude i na strani potražnje. U drugom slučaju, stanovi za najam na tržištu se pružaju i na strani ponude i na strani potražnje, pri čemu graditelji ispunjavaju uvjete za subvenciju, a obitelji imaju koristi od najamnina ispod tržišnih stopa [47].

Što se tiče javnog socijalnog stanovanja, okolnosti su jedinstvene jer stanovnicima nedostaju i znanje i financijska sredstva za značajna ulaganja u modernizaciju zgrada i zamjenu energetske učinkovite opreme. Nadalje, oni često nisu vlasnici stanova i stoga nemaju ovlasti ni za kakve značajne preinake na objektima, što otežava bilo kakav investicijski napor [48].

Međutim, postoji dugotrajna zabrinutost u vezi s procjenom utjecaja stanovanja na okoliš u Španjolskoj. Kao prvo, Europska direktiva 2006/12/EZ učinkovito je provedena [49]. Građevinski

sektor imao je mnogo posla tijekom prvog desetljeća 21. stoljeća, a velike količine građevnog materijala završile su na nenadziranim odlagalištima. Međutim, Španjolska je 2008. donijela Kraljevski dekret 105/2008 kako bi potaknula ponovnu uporabu, recikliranje i druge vrste oporabe, ali i kako bi osigurala da se postupci zbrinjavanja pravilno provode i doprinose održivim građevinskim aktivnostima [50].

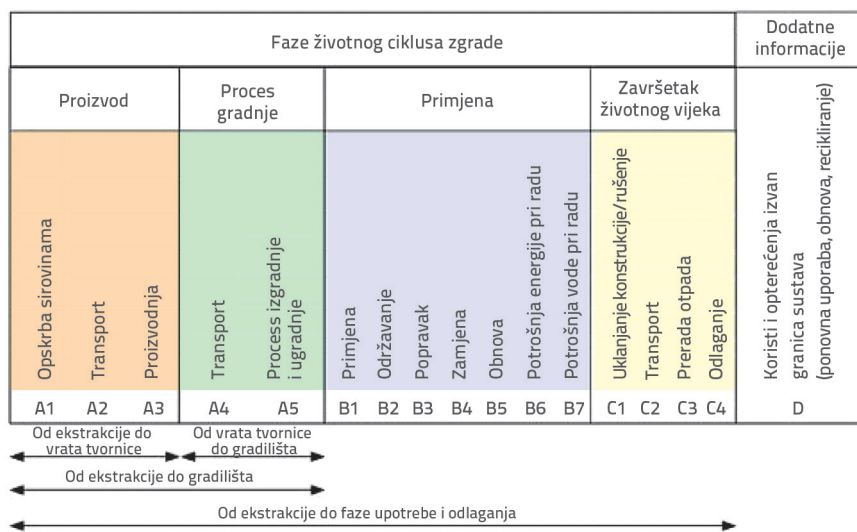
### 5. Metodologija

Za izračunavanje ugljičnog otiska nekoliko odabranih socijalnih zgrada upotrijebljen je program OERCO2 (An Online Resource Centre for innovative study of Life Cycle Analysis of construction materials), koji se pokazao korisnim. Moguće je procijeniti ugljični otisak projekta stambene zgrade prije izgradnje pomoću programa, tj. online aplikacije OERCO2 [51]. Projekt OERCO2 dobio je financijska sredstva Europske unije 2016. godine. Primarni ciljevi projekta su sljedeći:

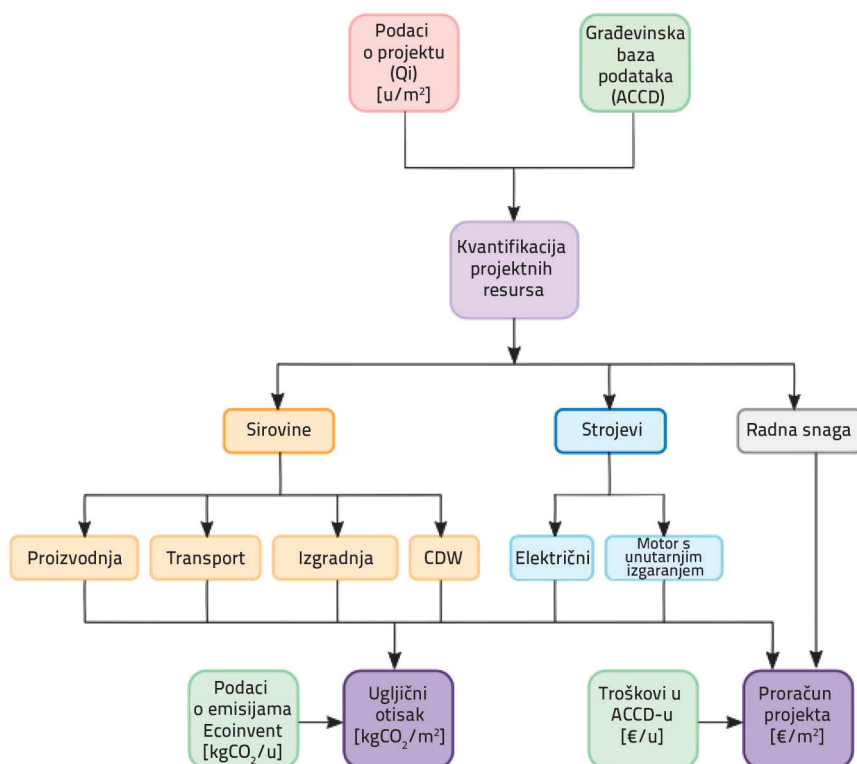
- Usredotočuje se na europsku metodologiju za izračun emisija CO<sub>2</sub> tijekom procesa izgradnje i tijekom životnog ciklusa sirovina
- Provodi standardizirani europski kurikulum za poboljšanje razumijevanja klimatskih promjena i dijeli informacije o emisijama povezanim s različitim komponentama
- Stvara otvoreni obrazovni resurs usmjeren na dijeljenje informacija o emisijama CO<sub>2</sub> u građevinskim procesima [52].

Za provođenje procjene ugrađene energije alat primjenjuje procjenu životnog ciklusa od nastanka do mjesta primjene, koja je podijeljena na faze životnog ciklusa A1, A2, A3, A4 i A5, koje odgovaraju fazama proizvodnje (A1–A3) i izgradnje (A4–A5) [53], slika 1. Pristup procjeni ugljičnog otiska povezanog s izgradnjom stambenih zgrada oslanja se na analizu troškovnika projekta i klasifikacijski sustav građevine. Taj sustav olakšava raščlanjivanje informacija koje se odnose na potražnju materijala, rada i strojeva. Računalni program OERCO2 dobiva podatke o okolišu iz baze podataka Ecoinvent pomoću programa SimaPro, koji je odabran jer obuhvaća sve materijale koji se obično primjenjuju u izgradnji zgrada [55], slika 2.

Podaci dobiveni iz troškovnika za svaki projekt organizirani su u skladu sa Sustavom klasifikacije podataka o gradnji [57] i prikazani su u jedinicama po četvornom metru gradnje (u/m<sup>2</sup>). Srednja količina svake aktivnosti (Qi) određuje se statističkim metodama za svaku kategoriju gradnje, kako je navedeno u modelu za vrednovanje gradnje [58]. Navedene prosječne količine, kao što su materijali, radna snaga i strojevi, pretvaraju se u ulazne podatke. Količine različitih resursa procjenjuju se pomoću metodologije ugljičnog otiska kako bi se utvrdile emisije



Slika 1. Faze u životnom ciklusu zgrade [54]



Slika 2. Metodologija OERCO2 [56]

CO<sub>2</sub> koje su posljedica svih građevinskih postupaka. Ispitivanje ugljičnog otiska stambenih zgrada obuhvaća faze provedbe i izgradnje tijekom životnog ciklusa zgrade (A1–A5). Istraživanje druge dvije faze životnog ciklusa zgrade (B1–C4), odnosno razdoblja uporabe i rušenja, ne čini dio ove analize.

## 6. Studija slučaja

Odabrano je šest projekata socijalnog stanovanja u Španjolskoj i Turskoj u sličnim klimatskim uvjetima. Uspoređene su socijalne zgrade s armiranobetonskim konstrukcijama u Turskoj (Antalya) i Španjolskoj (Andaluzija). Andaluzija se geografski nalazi unutar geografskog raspona od 36° do 38° južno, a pokrajina Antalya između geografskih širina od 36° do 30° južno. U oba grada prevladava sredozemna klima. Razmatrano područje pokazuje klimatski obrazac koji karakteriziraju sušna ljeta i vlažne zime, pri čemu ljetne temperature variraju od toplih do vrućih, a

zimске su uglavnom blage. Unatoč sličnim klimatskim uvjetima, ekonomske klasifikacije i stambene politike tih regija se razlikuju. Ovo istraživanje može pružiti vrijedan doprinos za utvrđivanje potencijalnog utjecaja stambenih politika i ekonomskih uvjeta nacije na ekološke posljedice povezane sa socijalnim stanovanjem. Kao vrsta konstrukcije u obje je zemlje odabrana višestambena zgrada s različitim brojem katova ispod i iznad zemlje. Konstrukcijske metode koje se primjenjuju u odabranim konstrukcijama najčešće se upotrebljavaju u obje zemlje [38, 56]. Osim toga, odabrana je studija slučaja za socijalne stanove izgrađene u posljednjih 15 godina (2008. – 2023.) kako bi se bolje uvidio utjecaj politika u zemlji. Dakle, nalazi studije mogu biti korisni za analizu stambenog sektora u cijeloj zemlji.

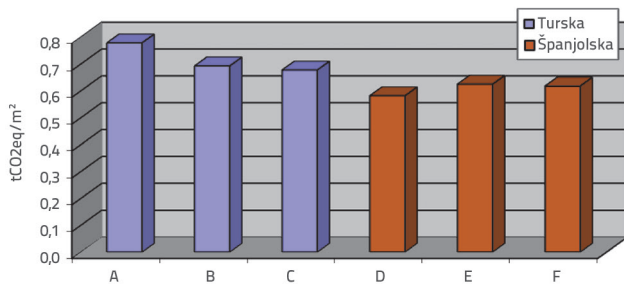
U tablici 1. sažete su najvažnije karakteristike analiziranih projekata, uključujući vrstu stana, izgrađenu površinu, broj nadzemnih i podzemnih etaža te konstrukcijska i arhitektonska rješenja koja su primijenjena za temelje, konstrukciju i krov.

Tablica 1. Karakteristike studije slučaja

Tipovi	Turska (Antalya)			Španjolska (Andaluzija)		
	A	B	C	D	E	F
Godina	2008	2009	2014	2012	2008	2010
Izgrađena površina [m <sup>2</sup> ]	6232,32	7678,93	11526,3	7772,08	4440,34	12210,97
Etaže iznad zemlje	5	5	12	5	3	12
Podzemne etaže	1	2	1	2	1	1
Temelji	izolirani	betonska ploča	betonska ploča	ploča	izolirani	izolirani
Krov	kosi	kosi	kosi	kosi	ravan	ravan
Oplatni sustavi	metalni	metalni	metalni	metalni	metalni	metalni
Podne ploče	betonska ploča	betonska ploča	betonska ploča	keramički šuplji blokovi	keramički šuplji blokovi	keramički šuplji blokovi
Zidovi	armirani beton	zidovi od opeke	armirani beton	zidovi od opeke	zidovi od opeke	zidovi od opeke
Oblaganje zidova	gipsana žbuka	gipsana žbuka	gipsana žbuka	gipsana žbuka	gipsana žbuka	gipsana žbuka
Pod	laminirano drvo	laminirano drvo	laminirano drvo	teraco	teraco	teraco
Stropovi	žbuka	žbuka	žbuka	žbuka	žbuka	žbuka
Izolacija	polistiren	polistiren	polistiren	polistiren	polistiren	polistiren
Obloge	plastična boja	plastična boja	plastična boja	kamen	kamen	kamen
Okvir prozora	aluminij	aluminij	aluminij	aluminij	aluminij	aluminij
Ostakljenje	termoakustično ostakljenje	termoakustično ostakljenje	termoakustično ostakljenje	termoakustično ostakljenje	termoakustično ostakljenje	termoakustično ostakljenje
Vrata	drvena	drvena	drvena	drvena	drvena	drvena
Topla voda	električni grijač	električni grijač	električni grijač	solarni sustav podržan električnim grijačem	solarni sustav podržan električnim grijačem	solarni sustav podržan električnim grijačem
Klimatizacijski sustav	-	-	-	toplinska crpka	toplinska crpka	toplinska crpka
Cijevi za vodu	pocinčani čelik	pocinčani čelik	pocinčani čelik	bakar	bakar	bakar
Kanalizacijske cijevi	ojačani PVC	ojačani PVC	ojačani PVC	ojačani PVC	ojačani PVC	ojačani PVC
Prijevoz	mehanički	mehanički	mehanički	mehanički	mehanički	mehanički
Dizala	da	da	da	da	da	da

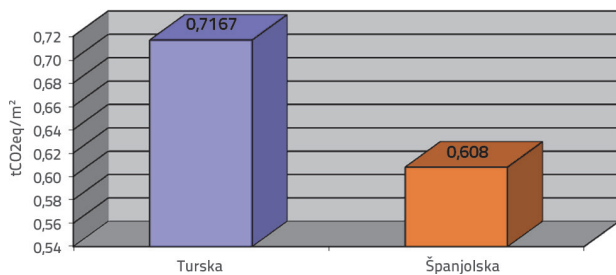
## 7. Rezultati istraživanja

Istraživanje pomoću programa OERCO2 provedeno je u šest projekata socijalnog stanovanja odabranih u dvije različite zemlje (tablica 1). Kao što je prikazano na slici 3., rezultati su opisani u smislu ugljičnog otiska, izraženog kao ekvivalenti ugljičnog dioksida po četvornom metru površine zemlje ( $tCO_2eq/m^2$ ).



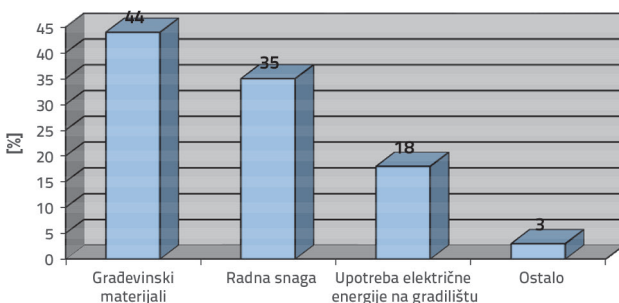
Slika 3. Analiza ugljičnog otiska ( $tCO_2eq/m^2$ ) projekata socijalnog stanovanja

Između Turske i Španjolske nisu uočene statistički značajne razlike u vezi s tipologijom. Međutim, u usporedbi s projektima socijalnog stanovanja izgrađenima u Španjolskoj, projekti socijalnog stanovanja izgrađeni u Turskoj imaju veći ugljični otisak tijekom faza proizvodnje (A1–A3) i izgradnje (A4–A5), slika 4.



Slika 4. Prosječni ugljični otisak ( $tCO_2eq/m^2$ )

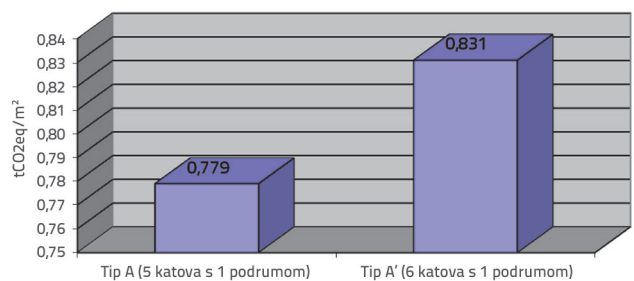
Građevni materijali imaju veći utjecaj (90 do 95 %) na procjenu ugljičnog otiska od strojeva (5 do 10 %). Rezultati pokazuju da su sljedeće varijable najznačajnije u izračunu ugljičnog otiska: građevni materijali (44 %), rad (35 %) i potrošnja električne energije na gradilištu (18 %). Mobilnost, strojevi i izravna potrošnja zemljišta najmanje su značajni čimbenici, slika 5.



Slika 5. Učinci varijabli na ugljični otisak zgrade (postotak)

Prema istraživanjima provedenima na stambenim zgradama, najveći utjecaj na okoliš imaju armirani beton [59] i konstrukcijski čelik [60]. Beton, čelik, keramika, polistiren i PVC čine 87 % ukupnog ugljičnog otiska u obje zemlje.

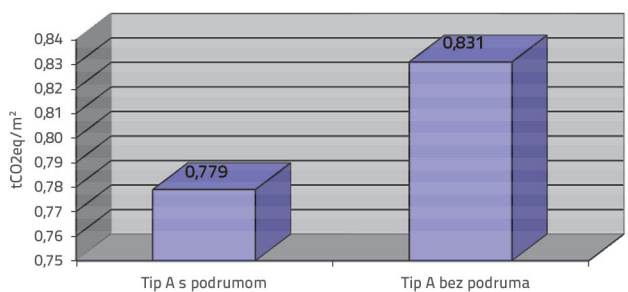
Između  $tCO_2eq/m^2$  i ukupnog broja katova u određenom bloku zgrada postoji obrnuti odnos, pritom  $tCO_2eq$  znači količina stakleničkih plinova izražena kao umnožak težine stakleničkih plinova u metričkim tonama i njihovog potencijala globalnog zatopljenja. Stvorena je eksperimentalna zgrada tipa A' s karakteristikama usporedivim s onima bloka tipa A kako bi se olakšalo bolje razumijevanje odnosa između broja katova i utjecaja na okoliš. Tip A' ima potpuno iste funkcije kao tip A i organiziran je u ukupno šest katova s jednim podrumom. Nalazi su sažeti na slici 6.



Slika 6. Usporedba tipa A i eksperimentalnog tipa A ( $tCO_2eq/m^2$ )

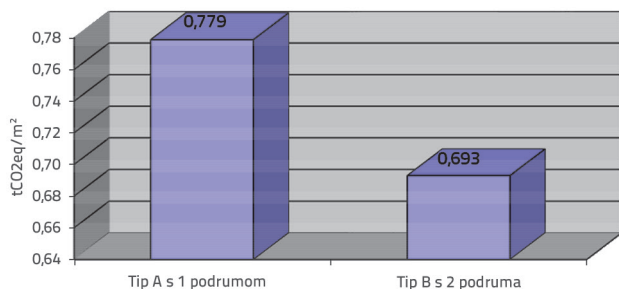
Konstrukcije s većom neto tlocrtnom površinom zbog većeg broja katova imaju niži  $tCO_2eq/m^2$  od onih s manjom neto tlocrtnom površinom. Ovaj nalaz tumači se na sljedeći način: učinak krovnih i podrumskih komponenti ostaje konstantan i kada se povećava broj katova, što rezultira smanjenjem  $tCO_2eq/m^2$ .

Razlike između tipologija s podzemnim etažama i bez njih vrijedne su pozornosti, slika 7.

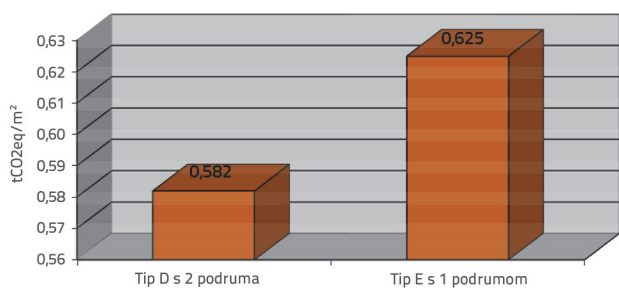


Slika 7. Utjecaj podruma na okoliš ( $tCO_2eq/m^2$ )

Nepostojanje podruma u zgradi iste površine čini dodatnih 7 % ukupnog utjecaja zgrade na okoliš. Podzemne etaže uključene su u izračun rezultata po četvornom metru. Ipak, prisutnost završnih obrada znatno je manja od one na nadzemnim razinama. To relativno smanjuje ekonomski i ekološki utjecaj po četvornom metru i može nadoknaditi rezultat dobiven kad postoji podrum, slika 8.

Slika 8. Utjecaj podruma na okoliš (Turska) (tCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>)

Primjerice, tipologija B (pet katova iznad tla i jedna podzemna etaža) ima manji utjecaj na okoliš od tipologije A (pet katova iznad tla i dvije podzemne etaže). Isto se može reći i za tipologije D i E u Španjolskoj. Tip D (pet katova iznad tla i dvije podzemne etaže) ima manje negativan utjecaj na okoliš od tipa E (tri kata iznad tla i jedna podzemna etaža), slika 9.

Slika 9. Utjecaj podruma na okoliš (Španjolska) (tCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>)

Osim toga, ne postoje primjetne varijacije u utjecajima na okoliš različitih vrsta temelja, konstrukcija (u potpunosti od armiranog betona) i tipova krovova (ravnih ili kosih).

## 8. Preporuke

Odabrano je šest projekata socijalnog stanovanja u Španjolskoj i Turskoj, pri čemu obje države imaju različite ekonomske kategorizacije i pristupe stambenoj politici, ali dijele iste klimatske uvjete. Iako socijalni stanovi izgrađeni u Španjolskoj imaju niži ugljični otisak od onog u Turskoj tijekom faza proizvodnje (A1–A3) i izgradnje (A4–A5), projekti socijalnog stanovanja ni u jednoj zemlji ne mogu se klasificirati kao stanovi s niskim utjecajem na okoliš. Međutim, kao rezultat ove usporedbe utvrđene su preporuke koje mogu osigurati smanjeni utjecaj na okoliš. Procjena je provedena samo na temelju utjecaja na okoliš, a preporuke se izrađuju na temelju dobivenih rezultata istraživanja (poglavlje 7).

Građevni materijali imaju značajan utjecaj na ugljični otisak. Proizvodnja toga materijala i njegov transport, izgradnja, rad, održavanje i eventualno rušenje zahtijevaju značajnu količinu energije, što rezultira emisijom znatnog udjela ugljika. U tablici 2. prikazan je proporcionalni doprinos svakog građevnog materijala ukupnoj težini, kao i ukupna količina emisija ugljika.

Tablica 2. Ugljični otisci materijala [55]

Materijal	Ugljični otisak [tCO <sub>2</sub> eq/t]
Tlo	0,007
Drvo	-0,0992
Beton	0,112
Asfalt	0,21
Keramika	0,22
Agregati i kamenje	0,004
Metali	1,50
Plastika	3,25
Staklo	0,669
Gips i paste	0,002

Ovaj proces predstavlja priliku za smanjenje emisija ugljika uz istodobno povećanje energetske učinkovitosti zgrada i izbjegavanje većih povećanja troškova ulaganja. Građevni materijali moraju imati minimalne emisije ugljika i visoku energetska učinkovitost već od samog početka procesa planiranja i projektiranja. Potrebno je poticati upotrebu alternativnih građevnih materijala.

Na ugljični otisak značajno utječe ukupan broj katova u zgradi. Konstrukcija s više katova korisnija je za okolinu u smislu ekološke prihvatljivosti. Smanjenje broja katova nije financijski izvedivo kada se uzme u obzir ukupna površina kata po parceli. Ipak, istraživanja su pokazala da ta korist nije prisutna u zgradama s više od 20 katova [61].

Postojanje podruma u zgradi iste površine smanjuje ekonomske i ekološke učinke po četvornom metru. Važno je imati na umu da završne obrade na nadzemnim katovima moraju kompenzirati postojanje podruma. U suprotnom, uključivanje podzemnih etaža u izračun rezultata po četvornome metru može imati negativan utjecaj na ugljični otisak zgrade.

## 9. Zaključak

Glavni je cilj ovog istraživanja ispitati projekte socijalnog stanovanja izgrađene za skupine stanovnika s niskim primanjima sa stajališta ekološke održivosti kako bi se utvrdilo ima li jeftino socijalno stanovanje mali utjecaj na okoliš. U Španjolskoj i Turskoj odabrano je šest projekata socijalnog stanovanja s istim klimatskim uvjetima, ali s različitim ekonomskim klasifikacijama i stambenim politikama. Za određivanje ugljičnih otisaka različitih socijalnih zgrada odabranih za istraživanje primijenjen je program OERCO2.

Između Turske i Španjolske nije uočena statistički značajna razlika u vezi s tipologijom zgrada unutar vlastitih granica. Razlog je taj što u Turskoj postoji nedostatak fleksibilnosti i homogenosti oblikovanja kao posljedica masovne proizvodnje [38], a u Španjolskoj je oblikovanje projekata socijalnog stanovanja regulirano velikim brojem skupova propisa koji strogo reguliraju oblik i primjenu domaćeg prostora [62].



Iako se projekti socijalnog stanovanja ni u jednoj od tih zemalja ne mogu klasificirati kao "projekti niskog utjecaja" u smislu ugljičnog otiska, socijalni stanovi izgrađeni u Turskoj imaju veći ugljični otisak od socijalnih stanova izgrađenih u Španjolskoj tijekom faza proizvodnje (A1–A3) i izgradnje (A4–A5). Međutim, solarni paneli koji su uvjet za novoizgrađene stanove u Španjolskoj od 2006. godine imaju značajan učinak na ugljični otisak po četvornome metru zgrada tijekom razdoblja ugradnje. Ugradnja solarne ploče povećava ugljični otisak po četvornome metru za približno 2 %. Iako se čini da to ima negativan utjecaj tijekom faze izgradnje, kada se procjenjuje dugoročni utjecaj zgrade na okoliš, utvrđeno je da zgrade sa solarnim panelima imaju manji ugljični otisak od onih bez solarnih panela [63].

Ograničena financijska sredstva za projekte socijalnog stanovanja važan su čimbenik pri odabiru građevnog materijala za gradnju stambenih zgrada. Upotreba jeftinijih materijala s lošom energetskom učinkovitošću posebno je česta u stambenim projektima. Međutim, materijali koji se primjenjuju u građevinarstvu imaju veći utjecaj na izračun ugljičnog otiska. Strategije za smanjenje ugljičnog otiska stambenih zgrada uključuju uporabu recikliranog betona i čelika, ponovno upotrijebljenu keramiku i niskoenergetsku izolaciju. U Španjolskoj već više od deset godina u stambenoj politici raste zabrinutost zbog procjene količine građevinskog otpada i otpada od rušenja, dok u Turskoj takva politika ne postoji.

Rezultati istraživanja mogu pružiti važne povratne informacije tvorcima politika i arhitektima, kao i priliku za procjenu stambenih politika u budućnosti u smislu ekološke održivosti.

## LITERATURA

- [1] World Bank: Poverty and Shared Prosperity 2020: Reversals of Fortune, Washington, DC, 2020, <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1602-4>.
- [2] World Bank: Overview, <https://www.worldbank.org/en/topic/poverty/overview>, 6.9.2021.
- [3] UN: The Sustainable Development Goals Report 2019, New York, NY, USA, 2019., <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019.pdf>
- [4] UN-Habitat: United Nations Human Settlements Programme – Annual Report, 2021., [https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/05/annual\\_progress\\_report\\_2020\\_final.pdf](https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/05/annual_progress_report_2020_final.pdf), 9.6.2021.
- [5] UN: Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector, Environment and International Energy Agency, Global Status Report, 2019.
- [6] Nejat, P., Jomehzadeh, F., Taheri, M.M., Gohari, M., Abd. Majid, M.Z.: A global review of energy consumption, CO<sub>2</sub> emissions and policy in the residential sector (with an overview of the top ten CO<sub>2</sub> emitting countries), *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 43 (2015) 3, pp. 843–862, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.11.066>.
- [7] Arman, M., Zuo, J., Wilson, L., Zillante, G., Pullen, S.: Challenges of responding to sustainability with implications for affordable housing, *Ecological Economics*, 68 (2009) 12, pp. 3034–3041, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.07.007>.
- [8] Erguden, S.: Low-cost housing: policies and constraints in developing countries, *Proceedings of The international conference on spatial information for sustainable development*, Nairobi, Kenya, 2001.
- [9] Ali, H.H., Al Nsairat, S.F.: Developing a green building assessment tool for developing countries – Case of Jordan, *Building and Environment*, 44 (2009) 5, pp. 1053–1064, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.07.015>.
- [10] Emekçi, Ş., Tanyer, A.M.: Housing Problem of the Lower Income Group in Turkey and Life Cycle Costing (LCC) Based Solution, *Tasarım Kuram*, 15 (2019) 27.
- [11] UN-Habitat: Sustainable Building Practices for Low Cost Housing: Implications for Climate Change Mitigation and Adaptation in Developing Countries, Scoping Paper, 2011.
- [12] Isnin, Z., Ramli, R., Hashim, A.E., Ali, I.M.: Sustainable Issues in Low Cost Housing Alteration Projects, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 36 (2012), pp. 393–401, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.043>.
- [13] CIB, UNEP-IETC: Agenda 21 for sustainable construction in developing countries: a discussion document, 2002., <http://hdl.handle.net/10204/3511>, (28.6.2021.)
- [14] Hodgson, S.: Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries: A Discussion Document, Johannesburg, Commissioned for the World Summit on Sustainable Development, 2002.
- [15] WCED: Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, 1987., <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>, 28.6.2016.
- [16] Olotuah, O.A., Bobadaye, S.A.: Sustainable Housing Provision for the Urban Poor: A Review of Public Sector Intervention in Nigeria, *The Built & Human Environment Review*, 2 (2009).
- [17] Oyeibanji, A., Liyanage, C., Akintoye, A.: Critical Success Factors (CSFs) For Achieving Sustainable Social Housing (SSH), *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6 (2017), <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2017.03.006>.
- [18] Winkler, H., Spalding-Fecher, R., Tyani, L., Matibe, K.: Cost-benefit analysis of energy efficiency in urban low-cost housing, *Development Southern Africa*, 19 (2002) 5, pp. 593–614, <https://doi.org/10.1080/03768835022000019383>.
- [19] González, M.J., García Navarro, J.: Assessment of the decrease of CO<sub>2</sub> emissions in the construction field through the selection of materials: Practical case study of three houses of low environmental impact, *Building and Environment*, 41 (2006) 7, pp. 902–909, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.04.006>.
- [20] RIBA: Climate Change Toolkit: 03 Principles of LowCarbon Design and Refurbishment, London, UK, 2009.
- [21] Bastide, A., Lauret, P., Garde, F., Boyer, H.: Building energy efficiency and thermal comfort in tropical climates: Presentation of a numerical approach for predicting the percentage of well-ventilated living spaces in buildings using natural ventilation, *Energy and Buildings*, 38 (2006) 9, pp. 1093–1103, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2005.12.005>.

- [22] Azzouz, A., Borchers, M., Moreira, J., Mavrogianni, A.: Life cycle assessment of energy conservation measures during early stage office building design: A case study in London, UK, *Energy and Buildings*, 139 (2017) 3, pp. 547–568, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.12.089>.
- [23] Ochoa, C.E., Capeluto, I.G.: Strategic decision-making for intelligent buildings: Comparative impact of passive design strategies and active features in a hot climate, *Building and Environment*, 43 (2008) 11, pp. 1829–1839, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.10.018>.
- [24] Trkulja, T., Radujković, M., Nikolić-Topalović, M.: Vertical greenery system: a model for improving energy efficiency of buildings, *GRAĐEVINAR*, 74 (2022) 7, pp. 561–571, 2022, <https://doi.org/https://doi.org/10.14256/JCE.3370.2021>.
- [25] Knudstrup, M.A., Ring Hansen, H.T., Brunsgaard, C.: Approaches to the design of sustainable housing with low CO<sub>2</sub> emission in Denmark, *Renewable Energy*, 34 (2009) 9, pp. 2007–2015, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2009.02.002>.
- [26] EC: CO<sub>2</sub> Tool, Open Educational Resource, 2021., [https://co2tool.oerco2.eu/en-US \(20.10.2021\)](https://co2tool.oerco2.eu/en-US (20.10.2021)).
- [27] Keivani, R., Werna, E.: Modes of housing provision in developing countries, *Progress in Planning*, 55 (2001) 2, pp. 65–118, [https://doi.org/10.1016/S0305-9006\(00\)00022-2](https://doi.org/10.1016/S0305-9006(00)00022-2).
- [28] Charoenkit, S., Kumar, S.: Environmental sustainability assessment tools for low carbon and climate resilient low income housing settlements, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38 (2014) 10, pp. 509–525, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.06.012>.
- [29] Choguill, C.L.: The search for policies to support sustainable housing, *Habitat International*, 31 (2007) 1, pp. 143–149, <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2006.12.001>.
- [30] Tekeli, I.: Türkiye’de Yaşamda Yazında Konutun Öyküsü (1923–1980), 1<sup>st</sup> ed., Tarih Vakfı Yurt Yayınları, İstanbul, 2012.
- [31] Alkışer, Y., Hülya, Y.: Türkiye’de devlet konutunun dünü, bugünü, yarını, *İtüdergisi/a mimarlık, planlama, tasarım*, 3 (2004) 1, pp. 63–74, 2004.
- [32] Berry, M.: Why is it important to boost the supply of affordable housing in Australia—and how can we do it?, *Urban Policy and Research*, 21 (2003) 4, pp. 413–435, <https://doi.org/10.1080/0811114032000147430>.
- [33] TOKI: Ministry of Environment and Urbanization Housing Development Administration Corporate Profile Document, Ankara, Turkey, 2019.
- [34] MacAskill, S., Sahin, O., Stewart, R.A., Roca, E., Liu, B.: Examining green affordable housing policy outcomes in Australia: A systems approach, *Journal of Cleaner Production*, 293 (2021), pp. 126212, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126212>.
- [35] TOKI: TOKI Housing Development Administration, TOKI housing report [TOKI Konut Üretim Raporu], 2018, <https://www.toki.gov.tr/AppResources/UserFiles/files/FaaliyetOzeti/ozet.pdf, 28.6.2021>.
- [36] TOKI: TOKİ Housing Programs, 2016., <http://www.toki.gov.tr/en/housing-programs.html, 29.5.2018>.
- [37] Turan, M.E.: The Annual of TOKI, İstanbul, 2012.
- [38] Akpınar, I., Uz, F.: Design Chronology Turkey- Housing, 2017., [http://arewehuman.iksv.org/wp-content/uploads/2017/11/konut\\_en\\_opt.pdf, 28.6.2021](http://arewehuman.iksv.org/wp-content/uploads/2017/11/konut_en_opt.pdf, 28.6.2021).
- [39] TOKI: TOKİ | Toplu Konut İdaresi Başkanlığı, 2021., <https://www.toki.gov.tr, 9.8.2021>.
- [40] Pareja-Eastaway, M., Sánchez-Martínez, T.: Social housing in Spain: what role does the private rented market play?, *Journal of Housing and the Built Environment*, 32 (2017) 2, pp. 377–395
- [41] Sparks, G.: The Right to Housing in Spain: Community Action and Alternative Housing Models, Independent Study Project (ISP) Collection., 2020., [https://digitalcollections.sit.edu/isp\\_collection/3337, 9.8.2021](https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/3337, 9.8.2021).
- [42] Palomera, J.: How Did Finance Capital Infiltrate the World of the Urban Poor? Homeownership and Social Fragmentation in a Spanish Neighborhood, *International Journal of Urban and Regional Research*, 38 (2014) 1, <https://doi.org/10.1111/1468-2427.12055>.
- [43] Di Feliciano, C., Aalbers, M.B.: The Prehistories of Neoliberal Housing Policies in Italy and Spain and Their Reification in Times of Crisis, null, 28 (2018) 1, pp. 135–151, <https://doi.org/10.1080/10511482.2016.1276468>.
- [44] López, I., Rodríguez, E.: Fin De Ciclo. Financiarización, Territorio Y Sociedad De Propietarios En La Onda Larga Del Capitalismo Hispano [1959–2010] [End of the Cycle. Financialization, Territory and Homeowners’ Society in the Long Wave of Spanish Capitalism [1959–2010]], *Traficantes de Sueños*, Madrid, 2010.
- [45] Di Feliciano, C.: Social Movements and Alternative Housing Models: Practicing the ‘Politics of Possibilities’ in Spain, null, 34 (2017) 1, pp. 38–56, <https://doi.org/10.1080/14036096.2016.1220421>.
- [46] Eurostat: EU - Statistics on Income and Living Conditions microdata 2004-2019, release 2020, version 2, Eurostat, 2020., <https://doi.org/10.2907/EUSILC2004-2019V1>.
- [47] Alberdi, B.: Social housing in Spain, *Social housing in Europe*, John Wiley and Sons, 2014., pp. 223–237.
- [48] Healy, J.D., Clinch, J.P.: Quantifying the severity of fuel poverty, its relationship with poor housing and reasons for non-investment in energy-saving measures in Ireland, *Energy Policy*, 32 (2004) 2, pp. 207–220, [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(02\)00265-3](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(02)00265-3).
- [49] European Directive: European Directive 2006/12/EC, 2006. Directive of the European Parliament and of the Council of 5 April 2006 on waste, Directive of the European Parliament and of the Council, 2006.
- [50] PNIR: Integrated Waste Plan, Plan Nacional Integral de Residuos (PNIR) 2007–2015 Memory, Plan Nacional Integral de Residuos, 2007.
- [51] EU: OERCO2 – Construction Material Life Cycle, 2023., <https://oerco2.eu/, 27.8.2023>.
- [52] Solís-Guzmán, J., Rivero-Camacho, C., Alba-Rodríguez, D., Martínez-Rocamora, A.: Carbon Footprint Estimation Tool for Residential Buildings for Non-Specialized Users: OERCO2 Project, *Sustainability*, 10 (2018) 5, 2018., <https://doi.org/10.3390/su10051359>.
- [53] Solís-Guzmán, J., Marrero, M., Ramírez-de-Arellano, A.: Methodology for determining the ecological footprint of the construction of residential buildings in Andalusia (Spain), *Ecological Indicators*, 25 (2013), pp. 239–249, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.10.008>.
- [54] Song, X., Carlsson, C., Kiilsgaard, R., Bendz, D., Kennedy, H.: Life Cycle Assessment of Geotechnical Works in Building Construction: A Review and Recommendations, *Sustainability*, 20 (2020) 12, <https://doi.org/10.3390/su12208442>.
- [55] Marrero, M., Ramírez-De-Arellano, A.: The building cost system in Andalusia: application to construction and demolition waste management, null, 28 (2010) 5, pp. 495–507, <https://doi.org/10.1080/01446191003735500>.

- [56] González Vallejo, P., Solís-Guzmán, J., Llácer, R., Marrero, M.: La construcción de edificios residenciales en España en el período 2007-2010 y su impacto según el indicador Huella Ecológica, *Informes de la Construcción*, 67 (2015), pp. e111, <https://doi.org/10.3989/ic.14.017>.
- [57] Marrero, M., Ramirez-De-Arellano, A.: The building cost system in Andalusia: application to construction and demolition waste management, *Journal of Cleaner Production*, 28 (2010) 5, <https://doi.org/10.1080/01446191003735500>.
- [58] Solís-Guzmán, J., González-Vallejo, P., Martínez-Rocamora, A., Marrero, M.: The Carbon Footprint of Dwelling Construction in Spain, *The Carbon Footprint Handbook*, Taylor and Francis Group, Abingdon, UK, 2015., pp. 261–263
- [59] Hoxha, E., Habert, G., Lasvaux, S., Chevalier, J., Le Roy, R.: Influence of construction material uncertainties on residential building LCA reliability, *Journal of Cleaner Production*, 144 (2017) 2, pp. 33–47, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.068>.
- [60] Thiel, C.L., Campion, N., Landis, A.E., Jones, A.K., Schaefer, L.A., Bilec, M.M.: A Materials Life Cycle Assessment of a Net-Zero Energy Building, *Energies*, 6 (2013) 2, <https://doi.org/10.3390/en6021125>.
- [61] Jang, H., Kim, T., Chae, C.: CO2 Emissions and Cost by Floor Types of Public Apartment Houses in South Korea, *Sustainability*, 8 (2006), pp. 445, <https://doi.org/10.3390/su8050445>.
- [62] Montellano, A.: Housing Flexibility by Spatial Indeterminacy: The Case of the Casa de las Flores in Madrid, *Archnet-IJAR*, 9 (2015), pp. 4–19, <https://doi.org/10.26687/archnet-ijar.v9i2.661>.
- [63] Sherwani, A.F., Usmani, J.A., Varun, A.: Life cycle assessment of solar PV based electricity generation systems: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (2010) 1, pp. 540–544, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.08.003>.