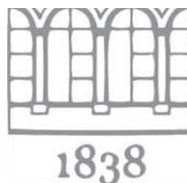
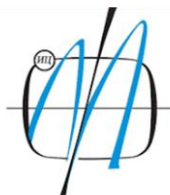


Forward-Looking Framework for Accelerating  
Households' Green Energy Transition – FF GreEN

## Одређивање репрезентативних skupova индикатора за усмеравање процеса енергетског планирања.

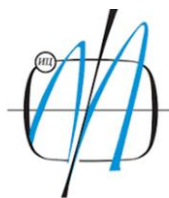
Radni paket 5: Razvoj inovativnog okvira za integraciju modeliranja  
energetskih sistema i alata za podršku agent-based modeliranju (ABM)  
u PB proces



Forward-Looking Framework for Accelerating  
Households' Green Energy Transition – FF GreEN

## Determining representative sets of indicators for guiding energy planning process

Work package 5: Developing an innovate framework for integrating  
energy system modeling and ABM support tools into PB process



**NIO:** *Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet*  
*University of Belgrade - Faculty of Mining and Geology*

**Rukovodilac projekta:** *Prof. dr Dejan Ivezić*

**Dokument pripremili:** *dr Aleksandar Madžarević, dr Boban Pavlović,*  
*prof. dr Dejan Ivezić, prof. dr Marija Živković*

**Mesto i datum:** *Beograd, 31. mart 2025.*  
*Belgrade, 31 March 2025*

*Ovo istraživanje je sprovedeno uz podršku Fonda za nauku Republike Srbije, 4344, Forward-Looking Framework for Accelerating Households' Green Energy Transition – FF GreEN.*

*This research was supported by the Science Fund of the Republic of Serbia, #GRANT No 4344, Forward-Looking Framework for Accelerating Households' Green Energy Transition - FF GreEN.*

## SADRŽAJ

SPISAK SIMBOLA I SKRAĆENICA .....	4
1. O PROJEKTU.....	5
2. UVOD.....	5
Izazovi u energetskej tranziciji domaćinstava.....	6
Uloga indikatora u energetskej analizi .....	6
Tehnički indikatori .....	7
Ekonomski indikatori .....	7
Ekološki indikatori .....	7
Socijalni indikatori .....	7
3. ENERGETSKI INDIKATORI KOJI OPISUJU ENERGETSKU TRANZICIJU U SEKTORU DOMAĆINSTAVA U KONTEKSTU ODRŽIVOG RAZVOJA I SDG CILJEVA .....	8
Tehnički indikatori i njihova primena u održivom razvoju.....	8
Ekonomski indikatori i njihova uloga u tranziciji .....	8
Ekološki indikatori i njihova povezanost sa ciljevima održivog razvoja (SDG).....	8
Socijalni indikatori i njihova uloga u održivosti .....	9
4. PREGLED LITERATURE.....	9
Tehnički indikatori .....	9
"Energy Efficiency in Household Appliances and Lighting" (2021) .....	9
"Renewable Energy and the Environment" (Springer, 2018) .....	10
"Handbook of Energy Efficiency in Buildings" (Elsevier, 2018) .....	12
"Energy Performance of Buildings" (EU publikacija) .....	13
A. Fathalizadeh, E. Sharifi, C. Bartesaghi-Koc, Challenges of the transition to high-performance passive cool envelopes: A systematic literature review, (Energy and Buildings, 2025) .....	13
Ekonomski indikatori .....	14
"Economics of Energy and Environmental Policy" (Energy and Buildings, 2025) .....	15
"The Economics of Sustainable Energy" (Springer, 2018) .....	15
"The Green Economy and the Financial Crisis: A Guide for Economists and Policymakers" (Routledge, 2020) .....	16
"Energy Economics: Markets, History and Policy" (Nersesian, 2016) .....	17
"Cost-benefit analysis of household energy efficiency" (Energy Policy, 2000).....	17
Ekološki indikatori .....	19
"Environmental Impact Assessment: Theory and Practice" (Routledge, 2009) .....	20

---

"Sustainability Indicators: A Scientific Assessment" (Scope, 2007) .....	20
"The Ecological Footprint of Nations: How Much Nature Do They Use?" (Environmental Science, 2005) .....	21
"Life Cycle Assessment: Principles, Practice and Prospects" (CSIRO, 2009) .....	22
Socijalni indikatori .....	23
"Social Indicators: Theories and Applications" (JCP, 2025) .....	24
"The Social Dimensions of Sustainability" (2010) .....	24
"The Human Dimensions of Global Environmental Change" (Sage, 2006) .....	25
"Social Sustainability: A Multidisciplinary Approach" (JCP, 2024) .....	26
"Measuring Social Wellbeing" (EJPE, 2014) .....	27
5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA .....	28
SPISAK LITERATURE .....	33

## SPISAK SIMBOLA I SKRAĆENICA

- OIE - Obnovljivi izvori energije
- GHG - Gasovi sa efektom staklene bašte
- CO<sub>2</sub> - Ugljendioksid
- kWh - Kilovat-čas
- SDG - Ciljevi održivog razvoja
- IEA - Međunarodna agencija za energetiku
- EPBD - Direktiva o energetskej efikasnosti zgrada
- ROI - Povrat uloženih sredstava
- EU - Evropska unija
- OECD - Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj
- LCA - Analiza životnog ciklusa
- CO<sub>2</sub> - Ugljen dioksid

## 1. O PROJEKTU

Domaćinstva predstavljaju ključne aktere u procesu energetske tranzicije, s obzirom na to da se veliki deo finalne potrošnje energije obavi u ovom sektoru [1]. Ova činjenica otvara značajan potencijal za smanjenje potrošnje i efikasnije korišćenje energije, smanjenje emisija zagađujućih materija i gasova sa efektom staklene bašte (GHG), kao i za prelazak na obnovljive izvore energije (OIE) i povećanje energetske samodovoljnosti [2]. Zbog svoje heterogenosti i fragmentarnosti potrošača, kao i zbog ukupne potrošnje energije, uloga sektora domaćinstva u politici energetske tranzicije je nesumnjivo veoma značajna [3, 4]. Ipak, proces transformacije karakteriše visok nivo neizvesnosti, budući da zavisi od odluka i ponašanja velikog broja heterogenih potrošača, koje su pod uticajem finansijskih mogućnosti, navika, stavova i međusobne interakcije.

Projekat ima za cilj formulaciju i razvoj novog okvira za usmeravanje energetske tranzicije domaćinstava. Ovaj okvir će kombinovati inženjerski pristup u planiranju korišćenja OIE, participativni pristup u kojem učestvuju svi relevantni akteri, kao i agent-based modeling (ABM) metodologiju. Kroz proces backcasting-a i primenu energetskog modeliranja, doći će se do scenarija razvoja, koji će omogućiti kvantifikaciju i vizualizaciju mogućih puteva energetske tranzicije.

U okviru projekta, Radni paket 5 (WP5) ima za cilj novi metodološki okvir za strateško planiranje energetske tranzicije domaćinstava zasnovan na integraciji participativnog pristupa i procesa backcastinga sa modeliranjem energetskih sistema. Početna točka ovog radnog paketa je identifikacija i definisanje reprezentativnog skupa energetskih indikatora koji će služiti kao alat za praćenje u procesu planiranja i donošenje odluka. Njihova primena omogućava analizu načelno procesa energetske tranzicije, a posebno efekte uvođenja OIE u domaćinstvima, kao i procenu uspešnosti različitih politika i mera podrške. Korišćenjem ovih indikatora, energetsko planiranje će biti zasnovano na preciznim i relevantnim podacima, čime se stvaraju uslovi za efikasnije usmeravanje tranzicije ka održivim i optimalnim rešenjima.

## 2. UVOD

U savremenom društvu, upravljanje energetskim resursima postalo je ključna tema u okviru šireg konteksta održivog razvoja. Uvođenje obnovljivih izvora energije (OIE) u domaćinstva, kao i generalno energetska tranzicija domaćinstava predstavlja jednu od glavnih strategija za smanjenje emisije štetnih gasova, smanjenje zavisnosti od fosilnih goriva, te unapređenje energetske efikasnosti [4]. U tom procesu, postavljanje odgovarajućih indikatora postaje od esencijalne važnosti, jer omogućava praćenje, analizu i optimizaciju svih faza planiranja i realizacije energetskih projekata. Ovaj dokument se bavi analizom literature koja definiše i identifikuje reprezentativne energetske indikatore, ali i indikatore održivog razvoja koji mogu pomoći proces donošenja odluka u vezi sa energetskom tranzicijom i integracijom obnovljivih

izvora energije i u sektoru domaćinstava [5, 6]. Ovi indikatori će biti uključeni u novi metodološki okvir za strateško planiranje energetske tranzicije domaćinstava koji će se formirati u okviru ovog radnog paketa.

### Izazovi u energetskej tranziciji domaćinstava

Energetska tranzicija u domaćinstvima nosi sa sobom brojne tehničke, ekonomske, društvene i ekološke izazove. Ranije analize jasno ističe ključne aspekte za uspeh tranzicije u domaćinstvima kroz efikasnije korišćenje energije, veću primenu obnovljivih izvora energije i podršku energetskej ugroženim kupcima [7, 2, 3].

Tehnički aspekti uključuju izabrane tehnologije (kao što su solarni paneli, toplotne pumpe, korišćenje biomase i druge tehnologije), ali i njihove mogućnosti implementacije u domaćinstvima koja često imaju specifične infrastrukturne i prostorne karakteristike. Ekonomski aspekti, s druge strane, obuhvataju troškove ugradnje i održavanja tehnologija, kao i mogućnost povrata investicije kroz smanjenje mesečnih troškova potrošnje energije ili kroz subvencije i stimulacije od strane države. Dodatno, postavlja se pitanje dostupnosti finansijskih sredstava i povoljnosti kreditnih uslova za domaćinstva koja žele da investiraju u obnovljive izvore energije i energetskej efikasnost u svom domaćinstvu [7, 8].

S obzirom na širok spektar uticaja koje energetska tranzicija može imati, važno je sagledati i socijalne i ekološke aspekte. Korišćenje OIE u domaćinstvima ne samo da doprinosi smanjenju emisija ugljen-dioksida i drugih zagađivača, već može unaprediti kvalitet života kroz bolju energetskej efikasnost i smanjenje energetske zavisnosti. S druge strane, razmatranje društvenog aspekta ukazuje na socijalne nejednakost u pristupu novim tehnologijama, kao i pitanje obuke i informisanosti korisnika o mogućnostima i prednostima novih rešenja.

### Uloga indikatora u energetskej analizi

Za uspešno planiranje i implementaciju energetskej politika, kao i za ocenu njihovih efekata, neophodno je koristiti specifične indikatore. Indikatori omogućavaju kvantifikaciju napretka u različitim aspektima održivosti, omogućavajući analizu ne samo trenutnog stanja, već i predviđanje budućih uticaja različitih politika. U kontekstu sektora domaćinstava, indikatori mogu biti podeljeni u nekoliko ključnih kategorija. Najveći broj literaturnih izvora prepoznaje četiri osnovne klase indikatora koje čine temelj za analizu uvođenja obnovljivih izvora energije (OIE) u domaćinstva i energetskej tranziciju istih: tehničke, ekonomske, ekološke i socijalne indikatore. Svaka od ovih klasa obuhvata ključne aspekte koji omogućavaju sveobuhvatnu procenu održivosti i efikasnosti energetskej rešenja. Zajedno, ove četiri klase pružaju sveobuhvatan okvir za energetskej planiranje i donošenje odluka [9].

### Tehnički indikatori

Tehnički indikatori se odnose na efikasnost i operativnost tehnologija koje se koriste u domaćinstvima. Tehnički indikatori obuhvataju opise karakteristika tehnologija obnovljivih izvora energije, poput kapaciteta sistema, efikasnosti istog, trajnosti opreme i potrebne infrastrukture, ali i efikasnosti pretvaranja energije, mogućnosti održavanja i potreba za zamenom komponenti. Ovi indikatori omogućavaju procenu tehničkih limita i mogućnosti implementacije određenih tehnologija u domaćinstvima. Takođe, važno je analizirati i tehničke prepreke koje mogu nastati pri implementaciji ovih tehnologija, kao što su kapacitet distribucije energije, tehnička usklađenost sa postojećom infrastrukturom, te specifične energetske potrebe samih korisnika [9, 10].

### Ekonomski indikatori

Ekonomski indikatori razmatraju finansijske podsticaje i subvencije, što je ključno za ocenu ekonomske pristupačnosti i održivosti. Ekonomski indikatori obuhvataju analiziranje troškova u vezi sa nabavkom, instalacijom i održavanjem sistema obnovljivih izvora, kao i procenu povrata investicije. U ovoj kategoriji, najvažniji indikator je cena po kWh proizvedene energije, koja može biti značajno niža u poređenju sa konvencionalnim izvorima energije nakon što su početni troškovi instalacije pokriveni. Dodatno, ekonomski indikator može obuhvatiti analizu subvencija i državnih politika koje podstiču korišćenje obnovljivih izvora energije, kao i efekte na zapošljavanje u sektoru [9, 10].

### Ekološki indikatori

Ekološki indikatori služe za procenu uticaja na životnu sredinu. Ovi indikatori omogućavaju procenu ekološke održivosti uvođenja OIE, kroz smanjenje emisija ugljen-dioksida i drugih zagađivača, efikasnost korišćenja resursa i doprinos smanjenju klimatskih promena. Najvažniji od njih su smanjenje emisije ugljen-dioksida i drugih gasova sa efektom staklene bašte, smanjenje zagađenja vazduha i vode, te očuvanje biodiverziteta. Korišćenje obnovljivih izvora energije u domaćinstvima doprinosi smanjenju emisije štetnih gasova, što ima dugoročne koristi za zaštitu životne sredine i ublažavanje klimatskih promena. Takođe, ekološki indikatori mogu pratiti i potrošnju prirodnih resursa, kao što su voda i tlo, koji mogu biti pogođeni proizvodnjom energije [9, 10].

### Socijalni indikatori

Socijalni aspekti energetske tranzicije u domaćinstvima uključuju dostupnost tehnologija OIE širem spektru korisnika, nivo svesti o značaju održivih izvora energije, kao i uticaj na kvalitet života korisnika. Preciznije, ovi indikatori mogu obuhvatiti analize obrazovnih potreba, pristupačnosti finansijskih resursa, socijalne prihvatljivosti novih tehnologija, kao i uticaj na socijalnu koheziju i ravnotežu. Socijalni indikatori fokusiraju se na društvene aspekte, kao što su pristup tehnologijama, obrazovanje korisnika, uticaj na kvalitet života i socijalnu ravnotežu. Ovi indikatori pomažu u oceni socijalne prihvatljivosti i inkluzivnosti energetske rešenja [9, 10].

Razvoj i primena energetske indikatore koji prate energetske tranziciju u domaćinstvima predstavlja ključni element u procesu energetske tranzicije. Kombinovanjem tehničkih, ekonomskih, ekoloških i socijalnih indikatora, moguće je stvoriti sveobuhvatan okvir koji će omogućiti donošenje informisanih odluka u vezi sa energijom, a time i unapređenje kvaliteta života građana. U okviru ovog dokumenta, biće analizirani relevantni indikatori koji mogu pomoći u oblikovanju politika i strategija za održivi energetske razvoj domaćinstava.

### 3. ENERGETSKI INDIKATORI KOJI OPISUJU ENERGETSKU TRANZICIJU U SEKTORU DOMAĆINSTAVA U KONTEKSTU ODRŽIVOG RAZVOJA I SDG CILJEVA

Energetske tranzicije u sektoru domaćinstava predstavlja ključni aspekt globalne održivosti, povezujući tehničke, ekonomske, ekološke i socijalne aspekte razvoja. Ovi indikatori direktno se nadovezuju na ciljeve održivog razvoja (SDG), posebno SDG 7 (Pristupačna i čista energija ili Osigurati pristupačnu, pouzdanu, održivu i savremenu energiju za sve) i SDG 13 (Akcija za klimu), ali i šire ciljeve kao što su SDG 1 (Iskorenjivanje siromaštva) i SDG 12 (Održiva potrošnja i proizvodnja) [10].

#### Tehnički indikatori i njihova primena u održivom razvoju

Tehnički indikatori energetske tranzicije uključuju efikasnost energetske opreme, stepen integracije pametnih sistema i potencijal za korišćenje OIE. Njihova povezanost sa SDG 7 je evidentna kroz unapređenje pouzdanosti i efikasnosti energetske sistema, dok doprinose i SDG 13 kroz smanjenje energetske potrošnje i emisija. Međutim, tehnički indikatori često ne uzimaju u obzir dugoročnu održivost tehnologija, a prikupljanje preciznih podataka o performansama na nivou domaćinstava može biti otežano [9, 10].

#### Ekonomski indikatori i njihova uloga u tranziciji

Ekonomski indikatori uključuju troškove uvođenja obnovljivih izvora energije, isplativost energetske efikasne tehnologije i uticaj energetske tranzicije na kućne budžete. Oni su u direktnoj vezi sa SDG 7, jer utiču na finansijsku pristupačnost energetske efikasne tehnologije, ali i sa SDG 12, jer omogućavaju optimizaciju potrošnje resursa. Jedan od izazova u njihovoj primeni jeste fluktuacija cena energenata i tehnologija, što otežava dugoročnu predikciju isplativosti. Osim toga, mnogi ekonomski pokazatelji fokusiraju se na makroekonomski nivo, dok je potrebna detaljnija analiza uticaja na individualne potrošače [9, 10].

#### Ekološki indikatori i njihova povezanost sa ciljevima održivog razvoja (SDG)

Ekološki indikatori energetske tranzicije u domaćinstvima obuhvataju smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte (GHG), energetske efikasnosti i upotrebu obnovljivih izvora energije (OIE). Ovi indikatori su ključni za SDG 13, jer omogućavaju procenu doprinosa sektora domaćinstava smanjenju klimatskih promena kroz dekarbonizaciju energetske sistema.

Takođe, imaju vezu sa SDG 12, jer podržavaju održivu proizvodnju i potrošnju resursa. Međutim, glavni izazov u primeni ovih indikatora jeste prikupljanje tačnih podataka o emisijama na nivou domaćinstava, kao i različiti faktori koji utiču na implementaciju OIE u urbanim i ruralnim sredinama [9, 10].

#### Socijalni indikatori i njihova uloga u održivosti

Socijalni indikatori energetske tranzicije odnose se na energetska siromaštvo, pristup energiji i uticaj energetske politike na kvalitet života. Oni su direktno povezani sa SDG 7, jer ukazuju na dostupnost pouzdane i cenovno pristupačne energije, kao i sa SDG 1, jer energetska tranzicija može igrati ključnu ulogu u smanjenju siromaštva. Pitanje energetske pravde i pravične raspodele subvencija za OIE takođe se nameće kao ključni izazov. Nedostaci u postojećim indikatorima uključuju nedovoljnu diferencijaciju između različitih grupa stanovništva i nedostatak podataka o efektima energetske politike na socijalno ugrožene kategorije [9, 10].

## 4. PREGLED LITERATURE

Za izradu pregleda literature na temu energetske indikatora i indikatora održivog razvoja vezanih za sektor domaćinstava, fokusirajući se na četiri grupe indikatora (tehničke, ekonomske, ekološke i socijalne indikatore), mogu se koristiti različite vrste izvora. Ovde su preporučeni naslovi i tipovi literature, kao i relevantni izvori, koji predstavljaju tradicionalne, ali i nove, aktuelne smernice u istraživanju ove teme.

#### Tehnički indikatori

Tehnički indikatori u sektoru domaćinstava obuhvataju efikasnost energetske opreme, potrošnju energije, i tehničke aspekte poput upotrebe obnovljivih izvora energije i energetske efikasnosti objekata. Neke od ključnih tema koje se analiziraju su tehnička analiza energetske potrošnje u domaćinstvima, uticaj energetske efikasnosti u zgradama, uvođenje pametnih sistema za energetska efikasnost i integracija obnovljivih izvora energije u domaćinstvima (npr. solarni paneli, toplotne pumpe i dr.) i slične teme. Preporučena i analizirana literatura je sledeća:

["Energy Efficiency in Household Appliances and Lighting" \(2021\) \[11\]](#)

Ova publikacija izdata od strane Međunarodne agencije za energiju (IEA) razmatra energetske standarde i efikasnost kućnih aparata i rasvete. Temeljni fokus je na optimizaciji energetske potrošnje i efikasnosti u domaćinstvima kroz inovacije u tehnologijama kao što su LED rasveta, energetska efikasni aparati i sistemi pametnih uređaja.

**Specifičnosti i ključne teme su sledeće:**

- 1. Standardi energetske efikasnosti:** Razmatraju se standardi koji se primjenjuju na kućne uređaje i njihova uloga u smanjenju potrošnje energije. Ovo uključuje energetske oznake koje pomažu potrošačima da odaberu uređaje s niskom potrošnjom energije.
- 2. Povećanje efikasnosti rasvete:** LED tehnologija predstavlja revoluciju u energetskej efikasnosti u sektoru domaćinstava. Razmatra se smanjenje potrošnje energije s minimalnim gubicima.
- 3. Pametna domaćinstva,** koja kroz uvođenje pametnih uređaja i sistema za automatsko upravljanje potrošnjom energije mogu značajno smanjiti ukupnu potrošnju i poboljšati efikasnost.

Publikacija pruža sveobuhvatan pregled različitih aspekata energetske efikasnosti u kućnim aparatima i osvetljenju i ukazuju na nekoliko ključnih indikatora koji se koriste za ocenu energetske efikasnosti:

- Indeks energetske efikasnosti („Energy Efficiency Index – EEI“): Ovaj indeks omogućava poređenje energetske efikasnosti uređaja uzimajući u obzir njihove karakteristike i performanse. Na primer, u analizi televizora, EEI se koristi za upoređivanje potrošnje energije u režimu rada, uzimajući u obzir faktore poput veličine ekrana, frekvencije osvežavanja i osvetljenosti.
- Potrošnja energije u režimu pripravnosti (eng. „standby“ indikator): Ovaj indikator meri količinu energije koju uređaj troši kada nije aktivno u upotrebi, ali je i dalje uključen u električnu mrežu. Smanjenje potrošnje energije u režimu pripravnosti je ključno za ukupnu energetskej efikasnost uređaja.
- Godišnja potrošnja energije: Ovaj indikator izražava ukupnu količinu energije koju uređaj potroši tokom jedne godine standardne upotrebe.
- Efikasnost osvetljenja: U kontekstu osvetljenja, efikasnost se često meri lumenima po vatu (lm/W), što pokazuje koliko svetlosti sijalica proizvodi u odnosu na potrošenu energiju.
- Indikatori životnog ciklusa: Analize životnog ciklusa (Life Cycle Assessment - LCA) koriste se za procenu ukupnog uticaja uređaja na životnu sredinu tokom njegovog celokupnog životnog veka, uključujući proizvodnju, upotrebu i odlaganje.

Ovi indikatori omogućavaju detaljnu analizu i poređenje energetske efikasnosti različitih kućnih aparata i sistema osvetljenja, pružajući osnovu za donošenje informisanih odluka o kupovini i korišćenju energetskej efikasnih uređaja.

["Renewable Energy and the Environment" \(Springer, 2018\) \[12\]](#)

Ovaj literalni izvor detaljno istražuje ulogu obnovljivih izvora energije (OIE) u domaćinstvima. Razmatra kako se tehnologije poput solarnih panela, vetroturbina, geotermalnih sistema i

biomase mogu integrisati u svakodnevnu potrošnju energije u domaćinstvima, čime se povećava održivost i smanjuje zavisnost od fosilnih goriva.

### Specifičnosti i ključne teme:

1. **Solarna energija u domaćinstvima** opisuje tehnološke izazove i prednosti solarnih panela, uključujući mogućnost smanjenja računa za energiju i potrebu za skladištenjem energije (baterije).
2. **Geotermalna energija** analizira primenu geotermalnih sistema za grejanje i hlađenje, koji omogućavaju visoku efikasnost i nisku potrošnju energije.
3. **Vetroturbine i biomasa:** U manjoj meri, ali s potencijalom za ruralna domaćinstva, vetroturbine i biomasa se razmatraju kao specifični održivi izvori energije.

Tehnički indikatori prikazani u ovoj publikaciji su ključni za ocenu performansi i efikasnosti tehnoloških sistema koji koriste obnovljive izvore energije (OIE) u malim individualnim sistemima kakvi su domaćinstva. Ovi indikatori omogućavaju kvantifikaciju različitih aspekata sistema, pružajući osnovu za analizu, poređenje i optimizaciju. Neki od najvažnijih tehničkih indikatora uključuju:

- Efikasnost konverzije energije: Ovaj indikator meri koliko efektivno sistem pretvara energiju iz obnovljivih izvora u korisnu energiju. Na primer, kod fotonaponskih (PV) panela, efikasnost konverzije određuje koliki procenat sunčeve energije se pretvara u električnu energiju.
- Faktor kapaciteta: Ovaj indikator predstavlja odnos između stvarne proizvodnje energije sistema tokom određenog perioda i njegove maksimalne moguće proizvodnje da je radio neprekidno pri punom kapacitetu. Na primer, vetroturbine mogu imati faktor kapaciteta od 25-45%, zavisno od lokacije i vetrovitosti.
- Specifična proizvodnja energije: Izražava količinu energije proizvedene po jedinici instaliranog kapaciteta (npr. kWh/kW) tokom određenog vremenskog perioda. Ovaj indikator je posebno koristan za poređenje performansi sličnih sistema na različitim lokacijama.
- Vek trajanja sistema: Odnosi se na očekivani operativni životni vek komponenti sistema. Na primer, solarni paneli obično imaju vek trajanja od 25 do 30 godina, dok vetroturbine mogu trajati oko 20 godina.
- Dostupnost sistema: Meri vreme tokom kojeg je sistem operativan i sposoban za proizvodnju energije u odnosu na ukupno planirano vreme rada. Visoka dostupnost je ključna za pouzdanost i ekonomsku isplativost sistema.

### "Handbook of Energy Efficiency in Buildings" (Elsevier, 2018) [13]

Priručnik se bavi tehničkim aspektima energetske efikasnosti u zgradama, koji je ključan za razumevanje kako energetske sistemi unutar domaćinstava mogu biti poboljšani. Fokus je na strategijama za smanjenje gubitaka energije kroz rekonstrukciju i renoviranje objekata.

#### Specifičnosti i ključne teme:

- 1. Energetska efikasnost zgrada** razmatra sve aspekte energetske efikasnosti životnog prostora, uključujući bolj izolacije, efikasnije prozore, kao i energetske efikasnu opremu za grejanje, hlađenje i ventilaciju.
- 2. Pametne tehnologije za zgrade** uključuju implementaciju pametnih termostata i automatskih sistema koji omogućavaju upravljanje potrošnjom energije, čime se smanjuju troškovi i emisije.
- 3. Održiva gradnja** se fokusira na upotrebu održivih materijala i metoda gradnje koje smanjuju energetske potrošnje na duži rok.

Publikacija pruža sveobuhvatan pregled energetske efikasnosti u zgradama, sa posebnim fokusom na pristup životnog ciklusa. Iako detaljni tehnički indikatori nisu eksplicitno primarni, ovaj literalni izvor obuhvata sledeće ključne tehničke indikatore za ocenu energetske efikasnosti zgrada:

- Potrošnja energije po kvadratnom metru (kWh/m<sup>2</sup>): Meri ukupnu količinu energije koju zgrada troši po jedinici površine, omogućavajući poređenje energetske efikasnosti različitih objekata.
- Tehnički indikatori pouzdanosti: Pouzdanost energetske sistema u domaćinstvima odnosi se na sigurnost snabdevanja, otpornost na kvarove i stabilnost mreže.
- Toplotni koeficijent prolaza: Označava količinu toplote koja prolazi kroz građevinske elemente (zidove, prozore, krovove) i ključan je za procenu izolacionih svojstava zgrade.
- Faktor solarnih dobitaka: Određuje količinu solarne energije koja prolazi kroz prozore i staklene površine, utičući na potrebe za grejanjem i hlađenjem.
- Efikasnost sistema grejanja, ventilacije i klimatizacije (HVAC): Procena performansi HVAC sistema u pogledu potrošnje energije i sposobnosti održavanja željenih unutrašnjih uslova.
- Upotreba obnovljivih izvora energije: Udeo energije iz obnovljivih izvora u ukupnoj potrošnji zgrade, što doprinosi smanjenju emisija gasova sa efektom staklene bašte.
- Indeks energetske performansi (EPI): Sveobuhvatan indikator koji uzima u obzir različite aspekte potrošnje energije u zgradi, omogućavajući holističku procenu energetske efikasnosti.

Ovi indikatori su od suštinskog značaja za analizu i poboljšanje energetske efikasnosti zgrada tokom njihovog celokupnog životnog ciklusa, od projektovanja i izgradnje do eksploatacije i eventualne rekonstrukcije.

### "Energy Performance of Buildings" (EU publikacija) [14]

Ovaj izveštaj Evropske komisije fokusira se na regulative i tehničke standarde u vezi sa energetsom efikasnošću zgrada i istražuje načine na koje zakonodavne mere mogu poboljšati energetska efikasnost domaćinstava i smanjiti negativan uticaj na životnu sredinu.

#### Specifičnosti i ključne teme:

- 1. Direktive i regulative EU:** Analizira EU direktive poput Direktive o energetske efikasnosti zgrada (EPBD) i obavezne standarde za energetska efikasnost zgrada i obnovljivih izvora energije.
- 2. Izbor materijala i tehnologija:** Fokusira se na korišćenje energetski efikasnih materijala u gradnji, kao što su visokokvalitetni izolacioni materijali i sistemi grejanja čiji je energetski izvor obnovljiv.

Direktiva o energetskim performansama zgrada (EPBD) Evropske unije definiše tehničke indikatore za ocenu i poboljšanje energetske efikasnosti zgrada. Ključni indikatori su:

- Ukupna primarna energija: Ukupna količina energije potrebne za zadovoljenje energetskih potreba zgrade, uključujući energiju potrebnu za proizvodnju i transport goriva.
- Neobnovljiva primarna energija: Deo ukupne primarne energije koji potiče iz neobnovljivih izvora, podstičući prelazak na obnovljive izvore energije.
- Globalni potencijal zagrevanja tokom životnog ciklusa (GWP): Meri ukupni uticaj zgrade na globalno zagrevanje tokom njenog celokupnog životnog ciklusa, uključujući faze izgradnje, eksploatacije i rušenja.
- Indikator pametne spremnosti (SRI): Ocenjuje sposobnost zgrade da koristi napredne tehnologije i sisteme za poboljšanje energetske efikasnosti i interakciju sa energetskim mrežama.
- Tehnički energetski indikator pristupačnosti u kontekstu energetske tranzicije u domaćinstvima odnose se na sposobnost energetskih sistema da obezbede stabilno, efikasno i široko dostupno snabdevanje energijom, uz minimalne prekide i troškove.

Ovi indikatori omogućavaju detaljnu analizu i poređenje energetskih performansi zgrada, pružajući osnovu za donošenje odluka o poboljšanjima i renovacijama u skladu sa ciljevima održivog razvoja EU.

A. Fathalizadeh, E. Sharifi, C. Bartesaghi-Koc, Challenges of the transition to high-performance passive cool envelopes: A systematic literature review (Energy and Buildings, 2025) [15]

Tehnički indikatori u radu "Challenges of the transition to high-performance passive cool envelopes: A systematic literature review" mogu se povezati sa sledećim temama:

**1. Inovacije u tehnologijama** u kojima se izdvajaju sledeći indikatori:

- Efikasnost materijala omotača zgrade – Performanse novih građevinskih materijala koji poboljšavaju termalnu izolaciju i smanjuju potrebu za aktivnim sistemima hlađenja.
- Integracija naprednih fasadnih sistema – Uvođenje fasada sa prilagodljivim termalnim svojstvima (npr. dinamičke fasade, fotohromatski i termohromatski materijali).
- Ventilisane fasade i dvostruki omotači – Njihova uloga u poboljšanju pasivnog hlađenja i smanjenju pregrevanja zgrada.
- Primena fazno promenjivih materijala (PCM) – Materijali koji skladište i oslobađaju toplotu kako bi održavali stabilnu unutrašnju temperaturu.

**2. Energetski simulacijski alati** u kojima se izdvajaju sledeći indikatori:

- Energetska potrošnja – Validacija energetske efikasnosti pasivnih sistema pomoću softverskih simulacija (npr. EnergyPlus, TRNSYS, DesignBuilder).
- Koeficijent prenosa toplote kroz građevinske elemente – Analiza kako različiti materijali utiču na temperaturu unutar zgrade i potrebe za dodatnim hlađenjem.
- Prirodna ventilacija – Upotreba CFD (Computational Fluid Dynamics) analiza za modelovanje protoka vazduha i poboljšanje prirodnog hlađenja.
- Tzv. Digitalni blizanci (Digital Twins) za energetske performanse – Praćenje i optimizacija energetskih karakteristika zgrade pomoću senzorskih podataka u realnom vremenu.

Ovi tehnički indikatori omogućavaju procenu novih rešenja u upravljanju energijom u zgradama i poboljšavaju donošenje odluka u projektovanju energetski efikasnih objekata.

Tehnički indikatori za analizu energetske tranzicije u sektoru domaćinstava usmereni su na procenu kako tehnološke inovacije, energetska efikasnost i upotreba obnovljivih izvora energije doprinose smanjenju potrošnje energije i poboljšanju performansi sistema. Ovi indikatori omogućavaju analizu tehničke održivosti i pouzdanosti energetskih rešenja, kao i njihovu integraciju u postojeće infrastrukturne i tehnološke okvire. Tehnički indikatori su ključni za procenu efekata implementacije pametnih sistema, efikasnosti energetske opreme i optimizacije potrošnje, čime se osigurava stabilan i održiv prelazak na energetski efikasna domaćinstva.

### Ekonomski indikatori

Ekonomski indikatori koji se odnose na sektor domaćinstava igraju ključnu ulogu u proceni troškova, ušteda, povrata uloženi sredstava (ROI) i opšteg ekonomskog uticaja na životne troškove, a takođe obuhvataju analizu ekonomskih benefita koje pružaju investicije u energetska efikasnost i obnovljive izvore energije. Razumevanje ekonomskih indikatora omogućava bolju procenu dugoročne isplativosti održivih rešenja za domaćinstva.

Preporučena i analizirana literatura je sledeća:

**"Economics of Energy and Environmental Policy" (Energy and Buildings, 2025) [16]**

Publikacija se bavi ekonomskim aspektima energetske politike, uz detaljan uvid u ekonomske analize u vezi sa energetsom efikasnošću, obnovljivim izvorima energije i njihovim ekonomskim uticajem na domaćinstva i širu ekonomiju. Autori razmatraju kako energetske politike utiču na ekonomske odluke i ponašanje domaćinstava.

Specifičnosti i ključne teme ovog literalnog izvora su:

- 1. Analiza troškova i koristi:** Kako energetske politike i strategije energetske efikasnosti utiču na ukupne troškove života domaćinstava, uzimajući u obzir početne investicije, uštede na računima za energiju i dugoročne ekonomske koristi.
- 2. Finansijske strategije za energetske projekte:** Razmatraju se različiti modeli finansiranja energetske efikasnosti, uključujući subvencije, poreske olakšice i zelene obveznice, kao i njihove koristi za domaćinstva.
- 3. Ekološki porezi i emisije:** Anaiza metoda koje ekonomija koristi za ekološke poreze i subvencije za promovisanje održivih rešenja, s posebnim naglaskom na smanjenje emisija ugljen-dioksida i drugih gasova.

Ekonomski indikatori su ključni za procenu troškova, ušteta i isplativosti investicija u energetske tranzicije domaćinstava. Analizirani ekonomski indikatori iz ovog literaturnog izvora su:

- Troškovi implementacije energetske efikasne tehnologije: Analiza početnih ulaganja potrebnih za uvođenje novih tehnologija u domaćinstvima.
- Uštede na računima za energiju: Procena smanjenja mesečnih troškova za energiju nakon implementacije energetske efikasne mera.
- Period povrata investicije (Payback Period): Vreme potrebno da se početna investicija isplati kroz ostvarene uštede.

**"The Economics of Sustainable Energy" (Springer, 2018) [17]**

Ovaj izvor istražuje ekonomske principe održivih energetske tehnologije i njihove ekonomske implikacije, sa fokusom na potrošnju energije u domaćinstvima. Detaljno se razmatraju ekonomski izazovi i mogućnosti koje pružaju energetske efikasne rešenja i obnovljivi izvori energije u energetske tranziciji.

Specifičnosti i ključne teme ovog literalnog izvora su:

- 1. Troškovi i povrat investicije (ROI):** Analiziranje upotrebe različitih tehnologija za podizanje energetske efikasnosti i njihove ekonomske koristi u domaćinstvima, uključujući povrat investicije kroz povećanje energetske efikasnosti, promene izvora energije i sl. (npr. solarni paneli, energetske aparati, izolacija).

2. **Utjecaj na potrošnju energije i potrošačku potražnju:** Razmatranje kako tehnologije upotrebe energije utiču na ponašanje potrošača, s posebnim akcentom na smanjenje potrošnje energije u domaćinstvima i promene na tržištu energije.
3. **Ekološke ekonomske teorije:** Pružanje odgovora na pitanje kako se ekonomske teorije mogu koristiti za promovisanje održivih energetske rešenja, kao i ekonomske koristi koje proizlaze iz implementacije čistih tehnologija.

Ekonomski indikatori su ključni za procenu troškova, ušteda i isplativosti investicija u energetske tranzicije domaćinstava. Analizirani ekonomski indikatori iz ovog literaturnog izvora su:

- Povraćaj investicije (Return on Investment - ROI): Procenat kojim se meri profitabilnost ulaganja u održive energetske sisteme.
- Neto sadašnja vrednost (Net Present Value - NPV): Ukupna vrednost budućih ušteda umanjena za početne troškove investicije.
- Pristupačnost finansiranja: Dostupnost i uslovi kreditiranja za domaćinstva koja žele da investiraju u održive energetske tehnologije.

"The Green Economy and the Financial Crisis: A Guide for Economists and Policymakers" (Routledge, 2020) [18]

Fokus ovog izdanja je na povezanost između zelene ekonomije i finansijske krize, sa posebnim naglaskom na to kako ekonomska ulaganja u energetske efikasnost i obnovljive izvore energije mogu pomoći u jačanju finansijske stabilnosti.

Specifičnosti i ključne teme ovog literaturnog izvora su:

1. **„Ekonomija niskih emisija“:** Analiziranje kako prelazak na nižu emisiju ugljen-dioksida u okviru sektora domaćinstva može smanjiti ekonomsku volatilnost, te kako energetska efikasnost u domaćinstvima doprinosi ovom procesu.
2. **Finansiranje zelene ekonomije:** Korišćenje tržišnih instrumenata kao što su zelene obveznice i ekološki porezi, koji omogućavaju domaćinstvima da finansiraju projekte energetske efikasnosti i povećanja upotrebe obnovljivih izvora.

Ekonomski indikatori su ključni za procenu troškova, ušteda i isplativosti investicija u energetske tranzicije domaćinstava. Analizirani ekonomski indikatori iz ovog literaturnog izvora su:

- Ekonomski podsticaji i subvencije: Iznos i dostupnost državnih subvencija za prelazak na zelene tehnologije.
- Troškovi prilagođavanja regulativama: Finansijski izdaci potrebni za usklađivanje sa novim ekološkim standardima i propisima.
- Pristupačnost zelenih tehnologija: Mogućnost domaćinstava da priušte prelazak na ekološki prihvatljivije energetske sisteme.

### "Energy Economics: Markets, History and Policy" (Nersesian, 2016) [19]

Ova publikacija pruža širu analizu energetske tržišta i ekonomije energije, u kontekstu tržišnih i regulatornih okvira koji utiču na energetske odluke domaćinstava.

Specifičnosti i ključne teme ovog literalnog izvora su:

- 1. Tržište energije:** Razmatranje kako tržište energije utiče na cene energije za domaćinstva, uzimajući u obzir cenu fosilnih goriva, ulogu subvencija i uticaj globalnih tržišta na lokalnu ekonomiju.
- 2. Politike povećanja energetske efikasnosti:** Analiziranje ekonomskih efekata državnih politika koje promovišu energetske efikasnost u domaćinstvima, kao što su subvencije za efikasne energetske uređaje i subvencionisani krediti za energetske efikasne gradnju.

Ekonomski indikatori su ključni za procenu troškova, ušteda i isplativosti investicija u energetske tranziciju domaćinstava. Analizirani ekonomski indikatori iz ovog literaturnog izvora su:

- Uticaj na tržišnu vrednost nekretnina: Promena vrednosti domaćinstava koja su implementirala energetske efikasne sisteme.
- Troškovi održavanja novih sistema: Analiza dugoročnih troškova održavanja i servisiranja implementiranih tehnologija.
- Pristupačnost energetske efikasne rešenja: Koliko su finansijski dostupna energetske efikasna rešenja za prosečno domaćinstvo.

### "Cost-benefit analysis of household energy efficiency" (Energy Policy, 2000) [20]

Publikacija analizira ekonomske koristi i troškove ulaganja u energetske efikasnost u domaćinstvima, uz poseban akcenat na procenu dugoročnih ekonomskih koristi kao što su uštede na računima za energiju i povećanje vrednosti nekretnina.

Specifičnosti i ključne teme koje obrađuje ovaj literaturni izvor su:

- 1. Analiza troškova i koristi:** Detaljna analiza ekonomskih koristi koja nastaje primenom energetske efikasne tehnologije u domaćinstvima (npr. uštede na računima za struju, smanjenje troškova grejanja i hlađenja).
- 2. Vrsta i visina investicije:** Razmatranje i analiza vrsta investicija u energetske tehnologije (npr. upotreba solarnih panela, pametni sistemi praćenja i upravljanja potrošnjom energije, energetske efikasne uređaji i dr.) i izračunavanje povrata na te investicije u različitim vremenskim okvirima.

Ekonomski indikatori su ključni za procenu troškova, ušteda i isplativosti investicija u energetske tranziciju domaćinstava. Analizirani ekonomski indikatori iz ovog literaturnog izvora su:

- Analiza troškova i benefita (Cost-Benefit Analysis): Detaljno poređenje ukupnih troškova i očekivanih koristi od energetske efikasne mera.
- Diskontovana vrednost budućih ušteda: Proračun sadašnje vrednosti budućih ušteda uzimajući u obzir vremensku vrednost novca.
- Pristupačnost implementacije mera: Procena koliko su energetske mere dostupne domaćinstvima različitih prihoda.

Ključne ekonomske teme vezane za sektor domaćinstava koje analiziraju ekonomski indikatori energetske i održivog razvoja u sektoru domaćinstva su, na osnovu aktuelne literature, sledeće:

### **1. Troškovi i koristi energetske efikasnosti**

- a. Početni troškovi i dugoročne uštede, što obuhvata ekonomsku analizu početnih troškova instalacije energetske efikasne sistema (npr. solarnih panela, pametnih termostata i sl.) u poređenju sa uštedama na računima za potrošnju energije tokom godina. Ovo uključuje i analizu povrata investicije koji se može postići.
- b. Smanjenje operativnih troškova, tj. kako energetske efikasne uređaji i sistemi smanjuju operativne troškove domaćinstava, posebno kroz smanjenje potrošnje energije za grejanje, hlađenje i električnu energiju.

### **2. Finansiranje i investicije u energiju**

- a. Podsticaji i subvencije: Razmatraju se ekonomski podsticaji, kao što su subvencije za instalaciju energetske efikasne sistema ili poreske olakšice za korišćenje obnovljivih izvora energije. Ove subvencije mogu značajno smanjiti početne troškove za domaćinstva.
- b. Zelene obveznice i ekološki krediti: Kako zelene obveznice i specijalizovani ekološki krediti omogućavaju domaćinstvima da finansiraju projekte energetske efikasnosti, uz niže kamate i povoljnije uslove za otplatu.

### **3. Uticaj energetske politike na ekonomiju domaćinstava**

- a. Zeleni porezi i regulative: Ekonomski efekti državnih politika koje promovišu zelenu ekonomiju, kao što su porezi na emisije CO<sub>2</sub> ili obavezni energetske standardi za zgrade. Takođe, analizira se kako te politike mogu smanjiti troškove energije za domaćinstva.
- b. Politike podrške obnovljivim izvorima energije: Kako države podržavaju instalaciju obnovljivih izvora energije kroz subvencije, poreske olakšice i druge ekonomske mehanizme.

### **4. Makroekonomski uticaj energetske investicije**

- a. Ekonomski efekti energetske efikasnosti na nacionalnom nivou: Kako investicije u energetske efikasne mere na nivou domaćinstava mogu doprineti nacionalnom ekonomskom rastu, smanjenju nezaposlenosti (kroz otvaranje novih radnih

mesta u industriji materijala i proizvoda koji služe za podizanje energetske efikasnosti) i smanjenju emisija.

## 5. Socijalno-ekonomski aspekti

- a. Nejednakost u pristupu energetske efikasnosti: Razmatraju se ekonomske barijere koje postoje u pristupu energetski efikasnim tehnologijama u različitim društvenim grupama, posebno u srednjim i nižim ekonomskim slojevima društva.

### Ekološki indikatori

Ekološki indikatori u kontekstu energetske tranzicije sektora domaćinstava omogućavaju procenu uticaja potrošnje energije, nastalog otpada i upotrebljenih resursa na okolinu. Ovi indikatori odražavaju kako energetska efikasnost, upotreba obnovljivih izvora energije, kao i ekološke strategije u domaćinstvima utiču na smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte, potrošnje resursa i stvaranja otpada. Takođe, predstavljaju ključni element u analizi održivog razvoja jer povezuju ekonomske i tehničke aspekte sa zaštitom životne sredine.

Literatura za analizu ekoloških indikatora potrošnje energije i energetske tranzicije u okviru sektora domaćinstava je:

- "Environmental Indicators for Sustainable Development" (JCP, 2024) [21]

Publikacija detaljno razmatra korišćenje ekoloških indikatora kao alata za procenu održivosti. Pruža pregled ekoloških indikatora koji se mogu koristiti za analizu životne sredine, uključujući i sektor domaćinstava.

Specifičnosti i ključne teme koje obrađuje ovaj literaturni izvor su:

1. **Emisije CO<sub>2</sub> i drugih gasova sa efektom staklene bašte:** Kako domaćinstva mogu smanjiti svoj ugljenični otisak kroz povećanje energetske efikasnosti i prelazak na obnovljive izvore energije. Razmatraju se uloge tehnologija kao što su solarni paneli, pametni termostati i upotreba energetski efikasnih materijala prilikom gradnje.
2. **Potrošnja resursa:** Analizira se kako racionalna potrošnja resursa (npr. energije, vode, hrane i dr.) može smanjiti ekološki otisak domaćinstava. Poseban naglasak je na vodenim i energetskim resursima.
3. **Indikatori bioraznolikosti,** ova tema uključuje analizu kako energija i potrošnja resursa u domaćinstvima utiču na bioraznolikost, kao i šta se može učiniti da bi se minimizirali negativni efekti.

Ekološki indikatori su jedan od važnih elemenata za procenu uticaja energetske tranzicije u domaćinstvima na životnu sredinu. Analizirani ekološki indikatori iz ovog literaturnog izvora su:

- Emisija gasova sa efektom staklene bašte (GHG): Merenje količine GHG emisija koje potiču iz potrošnje energije u domaćinstvima.

- Udeo obnovljivih izvora energije: Procenat energije potrošene u domaćinstvima koja potiče iz obnovljivih izvora.

### "Environmental Impact Assessment: Theory and Practice" (Routledge, 2009) [22]

Publikacija se bavi temom procene uticaja na životnu sredinu (EIA) i kako se ekološki indikatori koriste za analizu i smanjenje negativnih uticaja aktivnosti i tehnologija. Iako se uglavnom fokusira na industrijski sektor, mnogi od ovih principa mogu se primeniti na domaćinstva.

Specifičnosti i ključne teme koje obrađuje ovaj literaturni izvor su:

1. **Procena uticaja energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije:** Kako uvođenje energetske efikasne tehnologije u domaćinstvima može smanjiti negativan uticaj na životnu sredinu. Ovo uključuje analizu životnog ciklusa tehnologije (od proizvodnje do odlaganja).
2. **Korišćenje ekoloških indikatora za procenu održivosti domaćinstava:** Kako korišćenje ekoloških indikatora omogućava bolje donošenje odluka o tehnologijama i praksama koje smanjuju ekološke posledice, kao što su energetske aparate, reciklažu i obnovljivi izvori energije.

Ekološki indikatori su jedan od važnih elemenata za procenu uticaja energetske tranzicije u domaćinstvima na životnu sredinu. Analizirani ekološki indikatori iz ovog literaturnog izvora su:

- Kvalitet unutrašnjeg vazduha: Nivo zagađivača unutar domaćinstava, posebno u kontekstu korišćenja različitih energetskih izvora.
- Generisanje otpada: Količina otpada proizvedenog kao rezultat potrošnje energije i korišćenja energetskih uređaja.
- Potrošnja vode: Količina vode korišćene u domaćinstvima, posebno u vezi sa energetskim sistemima koji zahtevaju vodu.

### "Sustainability Indicators: A Scientific Assessment" (Scope, 2007) [23]

Ova knjiga pruža naučnu procenu održivosti i koristi ekološke indikatore za procenu dugoročnih ciljeva održivog razvoja. Razmatra se kako ekološki indikatori pomažu u praćenju napretka prema smanjenju ekološkog otiska.

Specifičnosti i ključne teme koje obrađuje ovaj literaturni izvor su:

1. **Globalni ekološki otisak:** Kako potrošnja energije i resursa, kao i emisija u domaćinstvima utiču na globalni ekološki otisak, uključujući procenu ekoloških limita Zemlje.
2. **Smanjenje ugljeničnog otiska:** Analizira se koliko korišćenje energetske efikasne tehnologije i prelazak na obnovljive izvore energije može smanjiti emisije CO<sub>2</sub> i drugih polutanata koje doprinose globalnom zagrevanju.

- 3. Resursi i bioraznolikost:** Razmatra se kako domaćinstva mogu smanjiti potrošnju prirodnih resursa i sačuvati bioraznolikost kroz promene u načinu života, kao što su efikasno korišćenje energije, smanjenje količine otpada i reciklaža.

Ekološki indikatori su jedan od važnih elemenata za procenu uticaja energetske tranzicije u domaćinstvima na životnu sredinu. Analizirani ekološki indikatori iz ovog literaturnog izvora su:

- Ekološki otisak: Mera ukupnog uticaja domaćinstava na životnu sredinu u kontekstu potrošnje energije.
- Efikasnost korišćenja resursa: Odnos između potrošene energije i ostvarenog komfora ili usluga u domaćinstvima.
- Biodiverzitet u urbanim sredinama: Uticaj energetske prakse u domaćinstvima na lokalni biodiverzitet.

"The Ecological Footprint of Nations: How Much Nature Do They Use?" (Environmental Science, 2005) [24]

Publikacija istražuje i detaljno analizira ekološke otiske različitih nacija i regiona, uključujući analiziranje uticaja domaćinstava na životnu sredinu. Knjiga razmatra kako energetska efikasnost i održive prakse mogu smanjiti ekološki otisak.

Specifičnosti i ključne teme koje obrađuje ovaj literaturni izvor su:

- 1. Ekološki otisak i ušteda resursa:** Analiza kako domaćinstva mogu smanjiti ekološki otisak kroz bolje upravljanje energijom i resursima. Poseban fokus je na smanjenju ugljeničnog otiska korišćenjem obnovljivih izvora energije.
- 2. Uloga obrazovanja i svesti:** Analizira se kako povećanje ekološke svesti kod građana može doprineti smanjenju ukupnog ekološkog otiska kroz odgovorniju potrošnju energije, hrane i vode.

Ekološki indikatori su jedan od važnih elemenata za procenu uticaja energetske tranzicije u domaćinstvima na životnu sredinu. Analizirani ekološki indikatori iz ovog literaturnog izvora su:

- Ugljenični otisak: Ukupna emisija CO<sub>2</sub> povezana sa potrošnjom energije u domaćinstvima.
- Potrošnja zemljišta: Površina zemljišta potrebna za podršku energetske potrebama domaćinstava.
- Održiva potrošnja: Stepem u kojem potrošnja energije u domaćinstvima ostaje unutar granica regenerativnog kapaciteta prirode.

### "Life Cycle Assessment: Principles, Practice and Prospects" (CSIRO, 2009) [25]

Ovaj priručnik detaljno opisuje principe životnog ciklusa procene (LCA) kao metode za analizu ekoloških uticaja proizvoda i usluga, uključujući ulogu domaćinstava u ovom procesu.

Specifičnosti i ključne teme koje obrađuje ovaj literaturni izvor su:

- 1. Životni ciklus proizvoda u domaćinstvu:** Kako različite energetske tehnologije i proizvodi (npr. aparati, sistemi i uređaji za grejanje, hlađenje, građevinski materijali i dr.) utiču na životnu sredinu tokom celokupnog životnog ciklusa.
- 2. Upotreba LCA u analizama ekoloških indikatora za domaćinstva:** Kako analiza životnog ciklusa može pomoći domaćinstvima da identifikuju oblasti gde mogu smanjiti svoj ekološki otisak, posebno u pogledu emisija CO<sub>2</sub> i potrošnje resursa.

Ekološki indikatori su jedan od važnih elemenata za procenu uticaja energetske tranzicije u domaćinstvima na životnu sredinu. Analizirani ekološki indikatori iz ovog literaturnog izvora su:

- Analiza životnog ciklusa energetske sistema: Ukupni ekološki uticaj energetske sistema u domaćinstvima tokom njihovog celokupnog životnog ciklusa.
- Potrošnja neobnovljivih resursa: Količina fosilnih goriva i drugih neobnovljivih resursa korišćenih za energetske potrebe domaćinstava.
- Generisanje otpada tokom životnog ciklusa: Ukupna količina otpada proizvedenog tokom proizvodnje, korišćenja i odlaganja energetske sistema u domaćinstvima.

Ključne ekološke teme vezane za sektor domaćinstava koje analiziraju ekološki indikatori energetske i održivog razvoja u sektoru domaćinstva su, na osnovu aktuelne literature, sledeće:

#### **1. Emisije gasova sa efektom staklene bašte (GHG)**

- a. Smanjenje ugljeničnog otiska: Praćenje i smanjenje emisija CO<sub>2</sub> kroz korišćenje energetske efikasne uređaja, obnovljivih izvora energije (kao što su solarni paneli i vjetroturbine), kao i smanjenje energetske potrošnje.
- b. Procena emisija po domaćinstvu: Kako se ekološki indikatori mogu koristiti za izračunavanje emisija CO<sub>2</sub> i drugih štetnih gasova koje proizvode različite aktivnosti u domaćinstvu (grejanje, hlađenje, vožnja automobila, korišćenje energije).

#### **2. Potrošnja resursa i smanjenje otpada**

- a. Efikasno korišćenje energije: Implementacija energetske efikasne tehnologije (npr. LED rasveta, energetske efikasne aparate) i poboljšanje energetske efikasnosti u zgradama kroz bolju izolaciju i upotrebu obnovljivih izvora.

- b. Smanjenje potrošnje vode i hrane: Indikatori koji prate efikasnost upotrebe resursa, kao što su voda i hrana, kroz promene u načinu života, reciklažu i smanjenje otpada.

### **3. Smanjenje ekološkog otiska i životni ciklus proizvoda**

- a. Smanjenje životnog ciklusa emisija i potrošnje: Korišćenje metoda kao što su analiza životnog ciklusa (LCA) za analizu ekološkog otiska proizvoda u domaćinstvima, uključujući energiju, vodu, hranu i otpad.
- b. Obnovljivi izvori energije: Prelazak sa fosilnih goriva na obnovljive izvore energije u domaćinstvima kao ključni korak u smanjenju ukupnog ekološkog otiska i smanjenju zavisnosti od nesadrživih resursa.

### **4. Bioraznolikost i ekosistemi**

- a. Uticaj na ekosisteme: Kako tehnologije potrošnje energije i upotrebe resursa utiču na lokalne ekosisteme i bioraznolikost. Ovo uključuje smanjenje negativnog uticaja na lokalnu floru i faunu kroz odgovorno upravljanje energijom i resursima.

### **5. Korišćenje ekoloških indikatora za procenu održivosti domaćinstava**

- a. Održivo upravljanje energijom i resursima: Kako ekološki indikatori mogu pomoći domaćinstvima da poboljšaju svoje ekološke prakse kroz smanjenje uticaja na životnu sredinu i prelazak na održive izvore energije. Ovi indikatori analiziraju uticaj potrošnje energije u domaćinstvima na životnu sredinu, uključujući emisiju CO<sub>2</sub>, potrošnju resursa i smanjenje ugljeničnog otiska.

Ekološki indikatori energetske tranzicije u domaćinstvima koji su pobrojani u analiziranim publikacijama omogućavaju sveobuhvatnu procenu ekoloških performansi domaćinstava tokom energetske tranzicije, pružajući uvid u oblasti koje zahtevaju poboljšanja za postizanje održivog razvoja. Neretko se ovi indikatori ili deo njih podvodi pod generalnim ekološkim indikatorom energetske tranzicije koji izražava opšte ekološke performanse (zagađenje, generisanje otpada, potrošnja vode, upotreba zemljišta u energetske svrhe i sl.).

#### **Socijalni indikatori**

Socijalni indikatori u kontekstu energetske tranzicije u sektoru domaćinstava igraju ključnu ulogu u proceni društvenih aspekata održivog razvoja, uključujući kvalitet života, socijalnu jednakost, zdravlje, obrazovanje, pristup energiji, stambene uslove i životne standarde. Ovi indikatori omogućavaju analizu kako energetska efikasnost, smanjenje siromaštva, uštede i ekonomska mobilnost utiču na socijalne aspekte životnog okruženja domaćinstava, i kako energetske politike i tehnologije mogu doprineti smanjenju socijalne nejednakosti i poboljšanju opšteg blagostanja.

Literatura za analizu socijalnih indikatora potrošnje energije i energetske tranzicije u okviru sektora domaćinstava je:

### "Social Indicators: Theories and Applications" (JCP, 2025) [26]

Literaturni izvor pruža sveobuhvatan pregled teorija i primene socijalnih indikatora, s posebnim naglaskom na ulogu koju socijalni indikatori igraju u analizi društvenih promena i razvoja. Takođe, razmatra kako se socijalni indikatori koriste za evaluaciju efekata politika održivog razvoja, uključujući uticaj na domaćinstva.

Specifičnosti i ključne teme koje obrađuje ovaj literaturni izvor su:

- 1. Pristup osnovnim uslovima života:** Kako energetska efikasnost može doprineti smanjenju energetske siromaštva i povećanju dostupnosti energije za domaćinstva, čime se poboljšava socijalna jednakost.
- 2. Kvalitet života i zdravlje:** Analiza kako energetske strategije, poput korišćenja energetski efikasnih uređaja i obnovljivih izvora energije, utiču na zdravlje stanovništva kroz smanjenje zagađenja, poboljšanje kvaliteta vazduha, uštede na računima za energiju koje omogućavaju bolji životni standard i sl..
- 3. Obrazovanje i svest o održivosti:** Kako obrazovanje i informisanost o održivim praksama (npr. mere energetske efikasnosti, reciklaža i dr.) mogu doprineti pozitivnim promenama u ponašanju domaćinstava.

Socijalni indikatori su važan faktor za procenu uticaja energetske tranzicije u domaćinstvima na životnu sredinu. Analizirani socijalni indikatori iz ovog literaturnog izvora su:

- Socijalna pristupačnost energije: Merenje procenta domaćinstava koja imaju pristup pouzdanim i pristupačnim izvorima energije uz zadržavanje komfora stanovanje.
- Učešće zajednice u energetske odlukama: Procena nivoa angažovanosti lokalne zajednice u donošenju odluka vezanih za energetske projekte i politike.
- Obrazovni programi o energetske efikasnosti: Broj ili udeo stanovništva koji su prošli obuku ili edukaciju o energetske efikasnosti i obnovljivim izvorima energije.

### "The Social Dimensions of Sustainability" (2010) [27]

Publikacija istražuje kako održivi razvoj utiče na društvene aspekte života, uključujući pristup energiji, zdravlje, socijalnu pravdu i ravnotežu između ekonomskih i socijalnih faktora. Detaljno razmatra ulogu socijalnih indikatora u očuvanju životne sredine i postizanju socijalne ravnoteže.

Specifičnosti i ključne teme koje obrađuje ovaj literaturni izvor su:

- 1. Energetska pravednost i pristup energiji:** Razmatra se socijalni aspekt energetske pravednosti, odnosno kako energetske politike i tehnologije mogu smanjiti razlike u pristupu energiji među različitim društvenim grupama.

2. **Socijalna jednakost:** Analiziraju se društveni uticaji energetske efikasnosti u domaćinstvima, uključujući smanjenje energetske siromaštva i podršku socijalno ugroženim grupama kroz subvencije za energetske projekte i niže račune za energiju.
3. **Kvalitet života i stambeni uslovi:** Kako energetske efikasne tehnologije (izolacija, energetske efikasne aparate i sl.) poboljšavaju uslove života, smanjujući troškove grejanja i hlađenja i na taj način omogućujući bolje stambene uslove za širi sloj društva.

Socijalni indikatori su važan faktor za procenu uticaja energetske tranzicije u domaćinstvima na životnu sredinu. Analizirani socijalni indikatori iz ovog literaturnog izvora su:

- Energetsko siromaštvo: Procenat domaćinstava koja troše disproportionalno visok deo prihoda na energiju ili nemaju adekvatan pristup energetske usluge.
- Zdravstveni efekti energetske tranzicije: Incidencija respiratornih ili drugih bolesti povezanih sa kvalitetom unutrašnjeg vazduha usled korišćenja različitih energetskih izvora.
- Socijalna kohezija: Nivo saradnje i solidarnosti unutar zajednica u implementaciji energetskih projekata i deljenju resursa.

["The Human Dimensions of Global Environmental Change" \(Sage, 2006\) \[28\]](#)

Knjiga analizira vezu ljudskih aktivnosti i njihovih efekata na globalne ekološke promene. Iako se uglavnom fokusira na globalne izazove, razmatra i lokalne aspekte, uključujući socijalne promene izazvane održivim energetske praksama, sa posebnim akcentom na rezidencijalni sektor.

Specifičnosti i ključne teme koje obrađuje ovaj literaturni izvor su:

1. **Zdravlje i socijalni uticaj energetske efikasnosti:** Razmatra kako energetska efikasnost u domaćinstvima (npr. korišćenje energetske efikasne uređaja) može smanjiti negativne uticaje na zdravlje, kao što su problemi sa respiratornim sistemom izazvani zagađenjem unutrašnjeg i spoljnog vazduha.
2. **Psihološki i socijalni uticaji ušteda energije:** Kako smanjenje energetske troškova može pozitivno uticati na socijalnu dobrobit i smanjenje stresa u domaćinstvima koja se bore sa visokim troškovima energije.
3. **Obrazovanje o održivosti:** Kako informisanje domaćinstava o energetske efikasnosti i održivim praksama doprinosi poboljšanju socijalne odgovornosti i angažovanja građana u oblasti zaštite životne sredine.

Socijalni indikatori su važan faktor za procenu uticaja energetske tranzicije u domaćinstvima na životnu sredinu. Analizirani socijalni indikatori iz ovog literaturnog izvora su:

- Svest o klimatskim promenama: Procenat stanovništva koji su informisani o klimatskim promenama i njihovom uticaju na lokalni nivo.
- Participacija u programima energetske efikasnosti: Broj domaćinstava koja učestvuju u lokalnim ili nacionalnim inicijativama za poboljšanje energetske efikasnosti.
- Komfor energetske tranzicije: Uticaj na životni standard, zdravlje i socijalnu pravdu. U procesu energetske tranzicije, potrebno je obezbediti pravedan pristup efikasnim i ekološki prihvatljivim modelima tranzicije u domaćinstvu kako bi svi građani mogli uživati u zdravim i ugodnim stambenim uslovima.
- Prilagodljivost zajednice: Sposobnost zajednice da se prilagodi promenama u energetske politikama i tržištu rada usled energetske tranzicije.

"Social Sustainability: A Multidisciplinary Approach" (JCP, 2024) [29]

Publikacija nudi multidisciplinarni pristup analizi socijalne održivosti, uključujući procenu socijalnih uticaja politika energetske efikasnosti, smanjenja siromaštva, kao i očuvanja prirodnih resursa. Razmatra kako energija utiče na kvalitet života, socijalnu mobilnost i socijalnu pravdu.

Specifičnosti i ključne teme koje obrađuje ovaj literaturni izvor su:

1. **Uključenost u društvo i socijalna mobilnost:** Razmatra kako energetske politike, subvencije za energetske efikasne uređaje i pristup obnovljivim izvorima energije mogu smanjiti socijalne razlike i omogućiti veću socijalnu mobilnost.
2. **Energetska efikasnost i socijalna pravednost:** Kako energetske politike mogu smanjiti energetske siromaštvo i povećati socijalnu ravnotežu, posebno u socijalno ugroženim zajednicama.
3. **Integracija socijalnih indikatora u politiku povećanja energetske efikasnosti:** Kako integracija socijalnih indikatora može doprineti kreiranju boljih, inkluzivnijih energetske politike koje uzimaju u obzir socijalne aspekte.

Socijalni indikatori su važan faktor za procenu uticaja energetske tranzicije u domaćinstvima na životnu sredinu. Analizirani socijalni indikatori iz ovog literaturnog izvora su:

- Pravičnost u distribuciji energetske resursa: Analiza kako se energetske resursi i subvencije raspodeljuju među različitim socio-ekonomskim grupama.
- Zadovoljstvo korisnika: Merenje subjektivnog osećaja komfora kroz ankete i studije o tome koliko su stanovnici zadovoljni energetske sistemima i troškovima povezanih sa energetske potrošnjom tokom energetske tranzicije.
- Zapošljavanje u zelenim sektorima: Broj novih radnih mesta kreiranih u sektorima obnovljive energije i energetske efikasnosti.
- Dostupnost subvencija za energetske efikasnosti: Procenat domaćinstava koja imaju pristup finansijskoj podršci za unapređenje energetske efikasnosti svojih domova.

### "Measuring Social Wellbeing" (EJPE, 2014) [30]

Literaturni izvor istražuje različite metodama za merenje socijalnog blagostanja, uključujući ekonomske i socijalne indikatore koji utiču na kvalitet života. Iako je fokus na merenju socijalnih dimenzija uopšte, razmatra i uticaj na upotrebu energije i životne uslove.

Specifičnosti i ključne teme koje obrađuje ovaj literaturni izvor su:

1. **Socijalna dobrobit i energetska efikasnost:** Kako energetske efikasnosti utiču na socijalnu dobrobit domaćinstava, posebno u kontekstu smanjenja potrošnje energije, smanjenja energetske siromaštva i boljih životnih uslova.
2. **Socijalne posledice energetske efikasnosti:** Analiza kako energetske uštede u domaćinstvima mogu pozitivno uticati na životni standard, osećaj komfora, smanjenje stresa i povećanje socijalne kohezije.

Socijalni indikatori su važan faktor za procenu uticaja energetske tranzicije u domaćinstvima na životnu sredinu. Analizirani socijalni indikatori iz ovog literaturnog izvora su:

- Zadovoljstvo kvalitetom stanovanja: Nivo zadovoljstva stanovništva uslovima stanovanja u kontekstu energetske efikasnosti i komfora.
- Komfor grejanja predstavlja socijalni indikator energetske tranzicije, jer direktno utiče na kvalitet života domaćinstava, posebno u hladnijim klimatskim uslovima. Ovaj indikator obuhvata temperaturu, vlažnost vazduha, kvalitet izolacije, dostupnost grejnih sistema i subjektivni osećaj toplote unutar domaćinstva.
- Pristup informacijama o energetske efikasnosti: Procenat stanovništva koji imaju pristup informacijama i resursima za poboljšanje energetske efikasnosti.
- Učešće u donošenju energetske politika: Stepenu u kojem građani mogu učestvovati u kreiranju i implementaciji lokalnih energetske politika.

Ključne socijalne teme vezane za sektor domaćinstava koje analiziraju socijalni indikatori energetske i održivog razvoja u sektoru domaćinstva su, na osnovu aktuelne literature, sledeće:

#### 1. Energetska pravednost i pristup energiji

- a. Energetska siromaštvo: Jedan od ključnih socijalnih indikatora je energetska pravednost, koja se bavi pristupom energiji u domaćinstvima, posebno u siromašnim zajednicama. Subvencije i politike energetske efikasnosti mogu smanjiti razlike u pristupu energiji i pomoći u smanjenju energetske siromaštva.
- b. Pristup obnovljivim izvorima energije: Razmatra se kako korišćenje obnovljivih izvora energije (kao što su solarni paneli) može omogućiti pristup energiji za siromašna domaćinstva, poboljšavajući njihovu socijalnu i ekonomsku situaciju.

#### 2. Zdravlje i kvalitet života

- a. Zdravstveni benefiti energetske efikasnosti: Korišćenje energetske efikasne tehnologije (npr. energetske efikasne uređaji i izolacija) može smanjiti zagađenje unutar domaćinstava i poboljšati kvalitet vazduha, što direktno utiče na zdravlje, posebno u društvenim grupama sa slabijim socijalnim statusom.
- b. Fizičko i mentalno zdravlje: Smanjenje energetske troškova može smanjiti stres kod porodica koje imaju problem sa visokim računima za energiju, čime se poboljšava opšti kvalitet života.

### **3. Obrazovanje i ekološka svest**

- a. Uloga obrazovanja u održivosti: Kako obrazovanje o energetske efikasnosti i održivim praksama može povećati socijalnu odgovornost i angažman u zajednicama, smanjujući potrošnju energije i resursa.
- b. Podsticanje socijalnih inovacija: Kako energetske politike koje uključuju obrazovne i informativne kampanje mogu podstaći socijalnu promenu i inovacije u pristupu energiji, reciklaži i smanjenju otpada.

### **4. Socijalna jednakost**

- a. Smanjenje socijalnih razlika: Razmatra se kako energetska efikasnost i pristup čistoj energiji mogu smanjiti socijalne razlike, omogućiti siromašnijim domaćinstvima pristup osnovnim životnim potrebšinama i poboljšati njihove životne uslove.
- b. Pristup kvalitetnijim stambenim uslovima: Energetske efikasne tehnologije i subvencije mogu pomoći u poboljšanju stambenih uslova, istovremeno smanjujući troškove grejanja i hlađenja i omogućujući pristup kvalitetnijem smeštaju.

### **5. Socijalni kapital i zajednički angažman**

- a. Zajedničke energetske inicijative: Kako zajedničke energetske inicijative (npr. energetske zadruge) mogu doprineti većem društvenom angažmanu i socijalnom kapitalu u zajednicama, stvarajući društvene mreže koje omogućavaju bolju raspodelu resursa i unapređenje energetske efikasnosti.

Socijalni indikatori za analizu energetske tranzicije u sektoru domaćinstava usmereni su na istraživanje kako energetske tehnologije, politike i prakse utiču na kvalitet života, socijalnu jednakost, pristup energiji, zdravlje i obrazovanje. Ovi indikatori omogućavaju procenu da li energetske promene i inovacije smanjuju socijalne nejednakosti i poboljšavaju uslove života u širem društvenom kontekstu. Socijalni indikatori vezani za sektor domaćinstava uključuju socijalne aspekte energetske efikasnosti i njihove veze sa kvalitetom života, ali i socijalnu pravdu u kontekstu energetske pristupačnosti.

## **5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA**

Analiza literaturnih izvora o energetske tranziciji u sektoru domaćinstava ukazuje na njenu višedimenzionalnu prirodu, pri čemu tehnički, ekonomski, ekološki i socijalni faktori zajedno oblikuju

mogućnosti i izazove ovog procesa. Integrirani pristup koji uzima u obzir sve ove aspekte ključan je za efikasno planiranje i sprovođenje energetske tranzicije, kao i za razvoj politika koje će omogućiti pravičan i održiv prelazak na obnovljive izvore energije (OIE) i veću energetska efikasnost.

Tehnički indikatori imaju presudnu ulogu u oceni izvodljivosti i performansi različitih tehnologija koje se implementiraju u domaćinstvima. Oni omogućavaju kvantifikaciju efikasnosti solarnih panela, toplotnih pumpi, malih hidroelektrana i drugih tehnologija, kao i analizu njihove integracije u postojeću infrastrukturu. Izabrani Tehnički indikatori energetske tranzicije u domaćinstvima za dalju analizu su prikazani u Tabeli 1. Međutim, izazov leži u prilagođavanju tehnologija različitim tipovima domaćinstava, uzimajući u obzir prostorne i infrastrukturne karakteristike koje mogu ograničiti njihovu primenu.

**Tabela 1.** Odabrani Tehnički indikatori energetske tranzicije u domaćinstvima

Tehnički indikatori	Naziv indikatora	Kratki opis
<b>Teh1 1</b>	Pouzdanost	Pouzdanost energetskih sistema u domaćinstvima odnosi se na sigurnost snabdevanja, otpornost na kvarove i stabilnost mreže.
<b>Teh1 2</b>	Energetska efikasnost	Indikator se odnosi na količinu utrošene primarne energije za proizvodnju 1 kWh korisne energije. Ovaj tehnički indikator obuhvata složenu analizu efikasnosti proizvodnje i distribucije energije, efikasnosti transformacije energije u domaćinstvima, kao i specifičnu potrošnju energije u domaćinstvima.
<b>Teh1 3</b>	Dostupnost	Dostupnost predstavlja tehnički indikator u energetske tranzicije domaćinstava koji određuje u kojoj meri su energetske tehnologije, izvori energije i infrastruktura dostupni za široku upotrebu. Ovaj indikator se odnosi na fizičku prisutnost i mogućnost implementacije određenih energetskih rešenja, kao i

ostvarenje energetske sigurnosti, uzimajući u obzir tehničke i logističke prepreke.

Ekonomski indikatori, s druge strane, pružaju uvid u isplativost energetske tranzicije, uključujući troškove inicijalne investicije, operativne troškove i period povrata investicije. Ekonomski indikatori energetske tranzicije u domaćinstvima izabrani za dalju analizu su prikazani u Tabeli 2. Poseban izazov predstavlja dostupnost finansijskih sredstava i povoljnih kreditnih linija za domaćinstva koja žele da ulože u energetske efikasnost i OIE. Iako subvencije i podsticaji mogu značajno olakšati ovu tranziciju, njihova neujednačena dostupnost može dovesti do nejednakosti u mogućnostima investiranja u energetske tehnologije.

**Tabela 2.** Odabrani Ekonomski indikatori energetske tranzicije u domaćinstvima

Ekonomski indikatori	Naziv indikatora	Kratki opis
<b>Ecci 1</b>	Ušteda	Procena smanjenja mesečnih troškova za energiju nakon implementacije energetske efikasne mera. U procesu tranzicije.
<b>Ecci 2</b>	Period povrata investicije	Vreme potrebno da se početna investicija isplati kroz ostvarene uštede.
<b>Ecci 3</b>	Pristupačnost a. energetske efikasne rešenja; b. zelene tehnologije; c. finansiranja.	a. Analiza finansijske dostupnosti energetske efikasne rešenja za prosečno domaćinstvo. b. Mogućnost domaćinstava da priušte prelazak na ekološki prihvatljivije energetske sisteme. c. Dostupnost i uslovi kreditiranja za domaćinstva koja žele da investiraju u održive energetske tehnologije.

Ekološki indikatori ističu uticaj energetske tranzicije na smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte i zagađujućih materija, kao i na poboljšanje energetske efikasnosti domaćinstava. Oni su ključni za ocenu doprinosa domaćinstava ostvarivanju globalnih ciljeva

održivog razvoja, poput SDG 7 (Pristupačna i čista energija ili Osigurati pristupačnu, pouzdanu, održivu i savremenu energiju za sve) i SDG 13 (Akcija za klimu). Ekološki indikatori energetske tranzicije u domaćinstvima su prikazani u Tabeli 3. Ipak, izazov u praksi jeste tačno merenje ovih pokazatelja na nivou pojedinačnih domaćinstava, kao i razmatranje dugoročnih ekoloških efekata različitih tehnologija.

**Tabela 3.** Odabrani Ekološki indikatori energetske tranzicije u domaćinstvima

Ekološki indikatori	Naziv indikatora	Kratki opis
<b>Ecol 1</b>	Udeo obnovljivih izvora energije	Procenat energije potrošene u domaćinstvima koja potiče iz obnovljivih izvora.
<b>Ecol 2</b>	Ekološke performanse	Mera ukupnog uticaja domaćinstava na životnu sredinu u kontekstu potrošnje energije (emisije GHG, emisija drugih polutanata, generisanje otpada i sl.).
<b>Ecol 3</b>	Efikasnost korišćenja resursa	Odnos između potrošene energije i ostvarenog komfora ili usluga u domaćinstvima.

Socijalni indikatori naglašavaju uticaj energetske tranzicije na kvalitet života i pravovremenu dostupnost tehnologija za sve građane. Iako upotreba OIE i energetske efikasnosti može smanjiti energetska siromaštvo i poboljšati standard građana, postojeći izazovi uključuju razlike u informisanosti, obrazovanju i mogućnostima domaćinstava da prepoznaju i iskoriste prednosti novih energetske tehnologija. Socijalna pravda u kontekstu energetske tranzicije podrazumeva osiguravanje jednakog pristupa čistoj energiji, posebno za ranjive grupe stanovništva. Socijalni indikatori energetske tranzicije u domaćinstvima su prikazani u Tabeli 4.

**Tabela 4.** Odabrani Socijalni indikatori energetske tranzicije u domaćinstvima

Socijalni indikatori	Naziv indikatora	Kratki opis
<b>Socl 1</b>	Komfor energetske tranzicije	Uticaj na životni standard, zdravlje i socijalnu pravdu. U procesu energetske tranzicije, potrebno je obezbediti pravedan pristup efikasnim i ekološki prihvatljivim modelima tranzicije u domaćinstvu

		kako bi svi građani mogli uživati u zdravim i ugodnim stambenim uslovima.
<b>Socl 2</b>	Komfor stanovanja	Komfor stanovanja predstavlja socijalni indikator energetske tranzicije, jer direktno utiče na kvalitet života domaćinstava, posebno u hladnijim klimatskim uslovima. Ovaj indikator obuhvata temperaturu, vlažnost vazduha, kvalitet izolacije, dostupnost grejnih i drugih energetskih sistema i subjektivni osećaj toplote unutar domaćinstva.
<b>Socl 3</b>	Zadovoljstvo korisnika	Merenje subjektivnog osećaja komfora kroz ankete i studije o tome koliko su stanovnici zadovoljni energetskim sistemima i troškovima povezanih sa energetsom potrošnjom tokom energetske tranzicije

Sveobuhvatna analiza ovih indikatora pokazuje da energetska tranzicija u domaćinstvima zahteva holistički pristup koji kombinuje tehničke, ekonomske, ekološke i socijalne aspekte. Samo kroz integrirano posmatranje svih ovih faktora moguće je kreirati efikasne politike koje će podržati domaćinstva u prelasku na održive izvore energije. Dalja istraživanja mogu biti usmerena na razvoj metodologija za preciznije praćenje i evaluaciju indikatora, kao i na unapređenje modela donošenja odluka koji će omogućiti prilagođavanje energetskih politika specifičnim potrebama različitih kategorija potrošača. Indikatori energetske tranzicije u sektoru domaćinstava imaju direktnu vezu sa ciljevima održivog razvoja, ali postoje izazovi u njihovoj primeni, uključujući prikupljanje podataka, neujednačenost između različitih regija i nedovoljnu integraciju socijalnih faktora u ekonomske i tehničke modele. Kako bi se poboljšala tačnost i relevantnost ovih indikatora, neophodno je razviti metodologiju koja kombinuje podatke iz različitih izvora, koristi napredne analitičke metode (poput agent-based modelovanja) i obuhvata dugoročne efekte energetske tranzicije na društvo, ekonomiju i životnu sredinu. Uvođenje dinamičnih modela koji uključuju simulaciju potrošačkih obrazaca, tehnološkog napretka i ekonomskih trendova može značajno doprineti boljem razumevanju energetske tranzicije u domaćinstvima i obezbediti pravovremene preporuke za buduće

politike. Na taj način, energetska tranzicija može biti vođena podacima i indikatorima koji omogućavaju optimizaciju resursa, smanjenje socijalnih nejednakosti i ubrzanje prelaska ka održivom energetskom sistemu u procesu energetske tranzicije domaćinstava.

## SPISAK LITERATURE

1. Energy consumption in households. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_consumption\\_in\\_households#Energy\\_consumption\\_in\\_households\\_by\\_type\\_of\\_end-use](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_consumption_in_households#Energy_consumption_in_households_by_type_of_end-use) : s.n., 2022.
2. State and perspective of individual household heating in Serbia: A survey-based study. Pavlović et al., Pavlović, B., Ivezić, D., Živković, D. 10.1016/j.enbuild.2021.111128, s.l. : Energy and Buildings, 2021, Energy and Buildings, T. 247. 111128.
3. *Oснаživanje energetske tranzicije u sektoru domaćinstva u Srbiji: Integrativni pristup*. Pavlović, B. XXV , s.l. : Energija, ekonomija, ekologija, 2023, T. 2 . 10.46793/EEE23-2.01P.
4. *Izazovi energetske tranzicije u sektoru individualnog grejanja*. Pavlović, B., Ivezić, D., Živković, M. XXIV, s.l. : Energija, ekonomija, ekologija, 2022, T. 1. 10.46793/EEE22-1.17P.
5. Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, IAEA, United Nations Department of Economic and Social Affairs, International Energy Agency, Eurostat and European Environment Agency, Printed by the IAEA in Austria, 2005, available at: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1222\\_web.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1222_web.pdf)
6. Mega, V., Pedersen, J., Urban Sustainability Indicators, European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, 2018
7. M. P. Jovanović, B. Vučićević, V. Turanjanin, V. Spasojević, Determination of energy indicators in the household sector with aim to sustainable development of urban areas, Vinča Institute of Nuclear Sciences, Laboratory for Thermal Engineering and Energy, P.O.Box 522
8. Maneka Jayasinghe, Rohan Best, Saroja Selvanathan, Towards a just transition: Unpacking the gender differences in household cleaner energy use, Energy Economics, 2025
9. United Nations, The 2030 Agenda for Sustainable Development, 2022, available at: <https://sdgs.un.org/2030agenda>
10. Department of Economic and Social Affairs, Sustainable Development, The 17 Goals, 2024. available at: <https://sdgs.un.org/goals>
11. Paolo Bertoldi, Andrea Ricci, Anibal de Almeida, Energy Efficiency in Household Appliances and Lighting, DOI: 10.1007/978-3-642-56531-1, 2021, available at: [https://www.researchgate.net/publication/321597203\\_Energy\\_Efficiency\\_in\\_Household\\_Appliances\\_and\\_Lighting](https://www.researchgate.net/publication/321597203_Energy_Efficiency_in_Household_Appliances_and_Lighting)
12. Md. Rabiul Islam, Naruttam Kumar Roy, Saifur Rahman, Renewable Energy and the Environment, 2018, Springer Nature
13. P. Hoffmann, Handbook of Energy Efficiency in Buildings: A Life Cycle Approach, 2018
14. EU, Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), Compliance study: final report, 2015

15. A. Fathalizadeh, E. Sharifi, C. Bartesaghi-Koc, Challenges of the transition to high-performance passive cool envelopes: A systematic literature review, *Energy and Buildings*, Volume 336, 2025
16. Wang T., Zhao Q., Gao W., Dai J., Zhou M., Influence of social and economic aspects on end-use energy consumption in Chinese urban households, *Energy and Buildings*, 2025
17. Vinay Kandpal, Anshuman Jaswal, Ernesto D. R. Santibanez Gonzalez, Naveen Agarwal, *The Economics of Sustainable Energy Transition and the Circular Economy*, Sustainable Energy Transition, Springer, 2024
18. Molly Scott-Cato, *The Green Economy and the Financial Crisis: A Guide for Economists and Policymakers*", Routledge, 2020
19. Nersesian, R.L., *Energy Economics: Markets, History and Policy* (Taylor & Francis Group, 2016)
20. J. Peter Clinch, Jonathan Healy, Cost-benefit analysis of domestic energy efficiency, *January 2000 Energy Policy* 29(2):113-124, DOI: 10.1016/S0301-4215(00)00110-5
21. Mateusz Jankiewicz, Changes in the European Union households' consumption structure and the sustainable development, *Journal of Cleaner Production*, Volume 481, 2024, *Journal of Cleaner Production*
22. Peter Wathern, *Environmental impact assessment: theory and practice*, 2009. Routledge
23. Hak, T., Dahl, A.L., Moldan, B., *Sustainability Indicators: A Scientific Assessment*, 2007 Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE)
24. M. Wackernagel, Larry Onisto, *Ecological footprints of nations. How much nature do they use? How much nature do they have?*, 2005, *Environmental Science*
25. Ralph E. Horne, Tim Grant, Karli Verghese, *Life Cycle Assessment: Principles, Practice and Prospects*, January 2009, DOI: 10.1071/9780643097964, Publisher: CSIRO Publishing ISBN: 9780643097964
26. Lindsey Roche, Peter Holzapfel, Matthias Finkbeiner, Primary data share indicator for social life cycle assessment, *Journal of Cleaner Production*, 2025
27. Rodolfo Valdes-Vasquez, Leidy Klotz, Considering Social Dimensions of Sustainability During Households Construction Project Planning and Design, January 2010, *The International Journal of Environmental Cultural Economic and Social Sustainability*, Annual Review 6(6):167-180, DOI: 10.18848/1832-2077/CGP/v06i06/54842
28. Barney Warf, *Human Dimensions of Global Environmental Change*, *Encyclopedia of Geography, Earth & Environmental Science*, Sage 2021
29. Elise Andrew, Daniela C. A. Pigosso, Multidisciplinary perspectives on rebound effects in sustainability: A systematic review, *Journal of Cleaner Production* 10 September 2024
30. Dimitris Georgarakos, Sven Fürth, The role of social capital and institutional, political, and religious beliefs, *European Journal of Political Economy*, Volume 37, March 2015, Pages 249-265