

Analiza indikatora potrošnje energije za grijanje u kućanstvima u kontinentalnoj Hrvatskoj

Brcković, Eleonora

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:130:862527>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-04**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Geotechnical Engineering - Theses and Dissertations](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

ELEONORA BRCKOVIĆ

**ANALIZA INDIKATORA POTROŠNJE ENERGIJE ZA GRIJANJE U
KUĆANSTVIMA U KONTINENTALNOJ HRVATSKOJ**

DIPLOMSKI RAD

VARAŽDIN, 2024.

Sazivam članove ispitnog povjerenstva
za 23. 09. 2024. u 9 sa
Obranu ovog rada kandidat će izvršiti i pred
ispitnim povjerenstvom u Varaždinu
Varaždin, 09. 09. 2024.

Predsjednik
ispitnog povjerenstva
Prof. dr. sc. Sanja Korčić

Članovi povjerenstva

- 1) Doc. dr. sc. Mlasta Zauki
- 2) Prof. dr. sc. Aleksandra Amić Vučević
- 3) Doc. dr. sc. Vitomir Preur

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

**ANALIZA INDIKATORA POTROŠNJE ENERGIJE ZA GRIJANJE U
KUĆANSTVIMA U KONTINENTALNOJ HRVATSKOJ**

KANDIDAT:

Eleonora Brcković

Brcković

MENTOR:

Doc.dr.sc. Vlasta Zanki

VARAŽDIN, 2024.

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad pod naslovom:

Analiza indikatora potrošnje energije za grijanje u kućanstvima u kontinentalnoj Hrvatskoj

rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom doc.dr.sc Vlasta Zanki

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Varaždinu, 09.09.2024.

Eleonora Brcković
(Ime i prezime)

Brcković
(Vlastoručni potpis)

IZJAVA MENTORA O POSTOTKU SLIČNOSTI DIPLOMSKOG RADA S VEĆ OBJAVLJENIM RADOVIMA

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad pod naslovom:

**Analiza indikatora potrošnje energije za grijanje u kućanstvima u kontinentalnoj
Hrvatskoj**

pregledan anti-plagijat programskim paketom Turnitin te da postotak sličnosti cjelovitog diplomskog rada, s već objavljenim radovima, ne prelazi 20%, kao i da pojedinačni postotak sličnosti diplomskog rada sa svakom literaturnom referencom pojedinačno ne prelazi 5%.

U Varaždinu, 28.08.2024.

Doc.dr.sc. Vlasta Zanki

(Mentor)

V. Zanki

(Vlastoručni potpis)

SAŽETAK

Ime i prezime autora: Eleonora Brcković

Naslov rada: Analiza indikatora potrošnje energije grijanja u kućanstvima

Najviše energije u hrvatskim kućanstvima troši se na grijanje prostora i pripremu potrošne tople vode (PTV). Ove potrebe čine preko 80% ukupne potrošnje energije u višestambenim zgradama i kućama u Republici Hrvatskoj. Mnoge višestambene zgrade spadaju u niske energetske razrede. Sukladno trendovima zemljama Europske unije, čije su direktive usmjerene prema visokoučinkovitoj upotrebi energije za grijanje, identificirana je potreba za je energetsom obnovom promatranih kućanstava. Europske direktive, ali i nacionalne strategije i programi Vlade Republike Hrvatske potiču obnovu energetske neučinkovitih stambenih prostora s ciljem dostizanja razine energetske učinkovitosti drugih EU članica . Ovaj rad obuhvaća detaljnu analizu stanja sustava grijanja višestambenih zgrada i kućanstava, analizirajući potrošnju energije korištene za grijanje i PTV. U okviru diplomskog rada, predstavljena je metodologija, koja opisuje relevantne komponente korištene u istraživanju te način prikupljanja i obrade istih. Uz navedeno, predstavljeni su indikatori koji jasno prikazuju potrošnju energenata u kućanstvima, uz što su analizirane emisije CO₂ i primarne energije povezane s potrošnjom energenata.

Glavni rezultati istraživanja obuhvaćaju prosječnu potrošnju energenata korištenih za dobivanje toplinske energije te emisije CO₂ u promatranim stambenim objektima. Potrošnja energenata iskazana je kroz postavljene indikatore potrošnje, tj. kroz indikator broja osoba opskrbljenih energijom i indikator kvadratnog metra koju određeni izvor toplinske energije pokriva. Analizom dobivenih podataka utvrđeno je kako su obiteljske kuće na godišnjoj razini prosječno potrošile 27,97 kWh/m² el. energ., 139,29 kWh/m² toplinske energ. te 77,95 kWh/m² prirodnog plina. Uz obiteljske kuće, analizirana je potrošnja energenata za višestambene zgrade.

Analizom prikupljenih podataka utvrđeno je kako VSZ godišnje prosječno utroše 38,99 kWh/m² električne, odnosno 119,85 kWh/m² toplinske energije, dok se na godišnjoj razini utroši 131,57 kWh/m² prirodnog plina.

Ključne riječi: potrošnja energije na grijanje, energenti, indikatori potrošnje, kućanstva, potrošna topla voda, emisije CO₂

ABSTRACT

Name and surname: Eleonora Brcković

Title: The analysis of energy consumption indicators for heating in family houses in continental Croatia.

Space heating and the preparation of domestic hot water (DHW) account for the highest energy consumption in Croatia. These needs make up over 80% of the total energy consumption in multi-family buildings and houses in Croatia. Many multi-family buildings fall into low energy performance categories. In line with European Union trends, which focus on highly efficient energy use for heating, there is a need for the energy renovation of the observed households. European directives, as well as national strategies and programmes initiated by the Government of the Republic of Croatia, encourage the renovation of energy-inefficient residential spaces to achieve the energy efficiency levels of other EU member states. This paper provides a detailed analysis of the heating systems in multi-family buildings and households, examining energy consumption for heating and DHW. The thesis presents a methodology which describes relevant components which were used in the research and the methods for data collection and processing. Also, the paper presents indicators that clearly show energy consumption in households, along with an analysis of CO₂ emissions and primary energy related to energy consumption.

The main findings of the research include the average consumption of energy sources used for generating thermal energy and CO₂ emissions in the observed residential buildings. Energy consumption is expressed through established consumption indicators, specifically the indicator of the number of people supplied with energy and the indicator of the square meter area covered by a particular thermal energy source. The analysis of the obtained data revealed that single-family homes, on an annual basis, consumed an average of 27.97 kWh/m² of electrical energy, 139.29 kWh/m² of thermal energy, and 77.95 kWh/m² of natural gas. In

addition to single-family homes, the energy consumption for multi-family residential buildings was also analyzed. The analysis of the collected data showed that multi-family residential buildings annually consume an average of 38.99 kWh/m² of electrical energy, 119.85 kWh/m² of thermal energy, and 131.57 kWh/m² of natural gas.

Key words: energy consumption for heating, energy sources, consumption indicators, households, domestic hot water (DHW), CO₂ emissions

SADRŽAJ RADA

1	UVOD.....	1
2	POTROŠNJA ENERGIJE U KUĆANSTVIMA.....	2
	2.1 Potrošnja energije u kućanstvima u Europskoj Uniji.....	2
	2.1 Pregled nacionalnog fonda zgrada u Republici Hrvatskoj	5
	2.2 Potrošnja energije u kućanstvima u Hrvatskoj.....	8
	2.3 Potrošnja toplinske energije u kućanstvima u Hrvatskoj	10
	2.3.1 Specifična energija za grijanje i primarna energija.....	12
3	METODOLOGIJA ZA OBRADU PODATAKA	15
	3.1 Izvori podataka.....	15
	3.2 Prikupljanje podataka.....	16
	3.3 Obrada podataka.....	16
	3.4 Karakteristike stambenih objekata	17
4	OPIS TIPSKIH SUSTAVA GRIJANJA I PRIPREME TOPLE VODE	20
	4.1 Identifikacija sustava grijanja i hlađenja.....	20
	4.2 Identifikacija sustava PTV-a	23
5	ANALIZA POTROŠNJE ENERGIJE	25
	5.1 Ukupna godišnja potrošnja energije i vode prema indikatorima.....	26
	5.2 Ukupna potrošnja toplinske energije prema indikatorima.....	28
	5.3 Ukupna potrošnja plina prema indikatorima.....	28
	5.4 Ukupna potrošnja ogrjevnog drva prema indikatorima	29
	5.5 Potrošnja toplinske energije izoliranih kućanstva prema indikatorima	30
6	EMISIJE CO ₂ I PRIMARNA ENERGIJA S KLJUČNIM INDIKATORIMA	32
7	ZAKLJUČAK.....	36
8	LITERATURA	38

1 UVOD

S rastom stanovništva, potreba za potrošnjom energije se povećala, što je neizbježno povećalo emisiju stakleničkih plinova. Daljnja uporaba fosilnih goriva za potrošnju energije pogoršava situaciju čineći to jednim od glavnih problema klimatskih promjena. Svaki pojedinac može doprinijeti rješavanju energetske krize jednostavnim promjenama ponašanja i uvođenjem učinkovitijih načina korištenja energije, čime bi se izbjegle drastične mjere poput obustave opskrbe energijom [1]. Sektor zgradarstva ima veliki potencijal za štednju energije i poboljšanje energetske učinkovitosti. U Europskoj uniji, zgrade troše 40% ukupne energije i uzrokuju 36% emisija CO². U Hrvatskoj, većina zgrada izgrađena je prije kraja osamdesetih i ima lošu ili nikakvu toplinsku izolaciju. Zgrade u Hrvatskoj danas troše više od 42,3% ukupne energije zemlje, što pokazuje veliki potencijal za smanjenje emisija CO₂ i povećanje energetske učinkovitosti [2]. Potrošnja, osim što ovisi karakteristikama zgrada, energetskim sustavima i klimatskim uvjetima, tako i o navikama stanara. U kućanstvima se 80% energije troši na grijanje prostora i pripremu tople vode, dok 20% ide na rasvjetu i uređaje [1]. Višestambene zgrade (VSZ) čine oko 35% ukupnog stambenog fonda i oko 27% ukupnog fonda zgrada u Hrvatskoj, a na njih otpada 32% isporučene energije sektoru kućanstava. [3]. Države članice moraju do 2030. smanjiti prosječnu upotrebu primarne energije u najmanje 16% stambenih zgrada, a do 2035. u 20-22% zgrada. Za postizanje ovih ciljeva, potrebno je provesti energetske preglede zgrada i kućanstava kako bi se identificirale mjere za poboljšanje energetske učinkovitosti [4]. Zato je Vlada Republike Hrvatske usvojila je *Dugoročnu strategiju za obnovu nacionalnog fonda zgrada do 2050. godine*, koja se odnosi na višestambene zgrade (VSZ).

2 POTROŠNJA ENERGIJE U KUĆANSTVIMA

2.1 Potrošnja energije u kućanstvima u Europskoj Uniji

Prema programu EUROSTAT-a u 2022. godini, kućanstva, odnosno stambeni sektor, činila su oko četvrtinu (25,8%) ukupne potrošnje energije. U EU, većina potrošene energije u kućanstvima bila je namijenjena grijanju domova, što je činilo 63,5% ukupne potrošnje energije u stambenom sektoru kao što možemo vidjeti prema slici 1 na kojoj su prikazani udjeli potrošnje energije za određenu namjenu. [5]



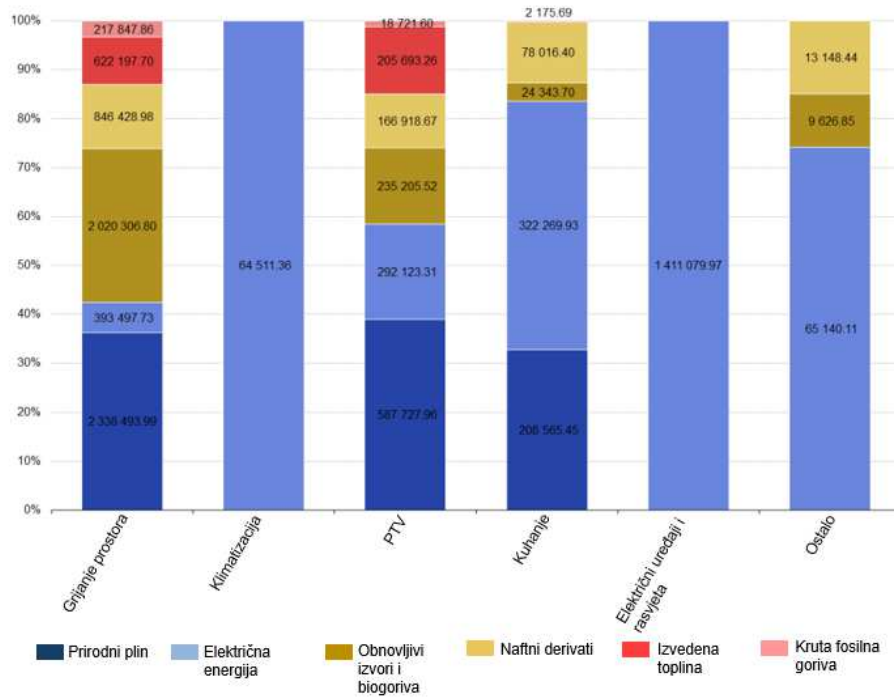
Slika 1 Udio potrošnje energije u kućanstvima u EU, 2022. [5]

Na slici 2 prikazan je udio određenih energenata korištenih u kućanstvima. Glavni izvori korištene energije u kućanstvima u EU-u bili su prirodni plin (30,9%) i električna energija (25,1%), dok su obnovljivi izvori energije činili 22,6% [5].

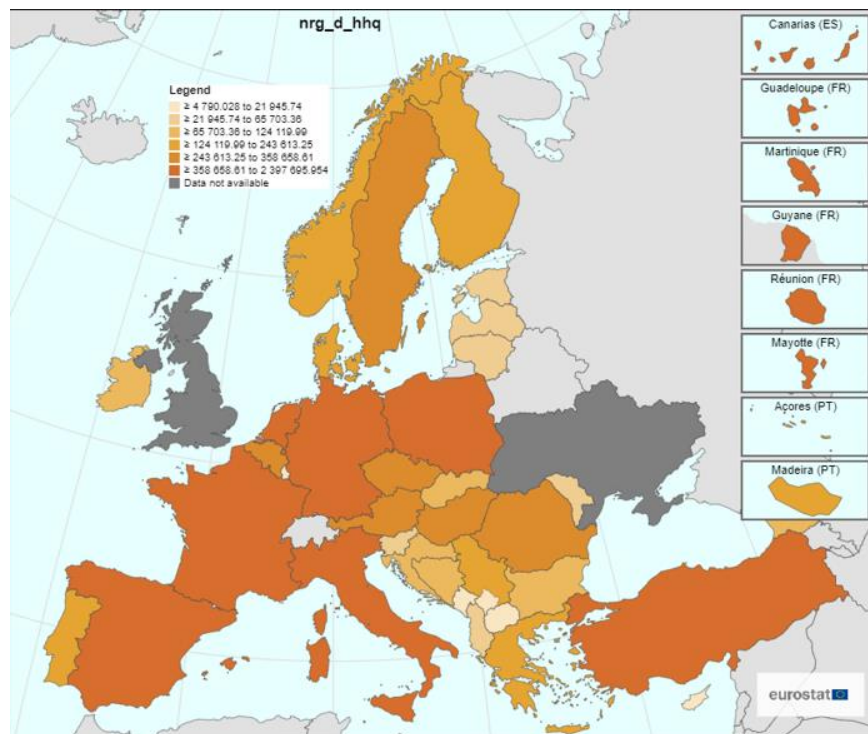


Slika 2 Potrošnja energenata u kućanstvima u EU, 2022. [5]

Električna energija pokriva sve potrebe za rasvjetu i hlađenje prostora u EU-u, te 50,7% potreba za kuhanje. Prirodni plin je ključan za grijanje prostora (36,3%) i vode (39,0%), kao i za kuhanje (32,8%). Obnovljivi izvori energije zadovoljavaju 31,4% potreba za grijanje prostora, 15,6% za grijanje vode i 3,8% za kuhanje. Izvedena toplina je značajna za grijanje vode (13,7%) i prostora (9,7%). Naftni derivati i dalje pokrivaju 13,1% energetske potrebe za grijanje prostora, 12,3% za kuhanje i 11,1% za grijanje vode. Na slici 3 može se vidjeti točna potrošnja energenata iskazanu u TJ u kućanstvima prema namjeni u 2022. godini, dok na slici 4 je prikazana potrošnja energije prema državama članica EU-a u 2022. godini. [5].



Slika 3 Potrošnja energenata u kućanstvima prema namjeni u EU, 2022. [5]



Slika 4 Potrošnja energije u državama članica EU, 2022.[6]

2.1 Pregled nacionalnog fonda zgrada u Republici Hrvatskoj

Struktura zgrada u Hrvatskoj stalno se mijenja. Trenutni pregled zgrada temelji se na postojećim podacima iz strateških dokumenata, planova i programa, kao i na informacijama prikupljenim iz Dugoročne strategije. Kategorije nacionalnog fonda zgrada podijeljene su prema namjeni, te u tablici 1 se može vidjeti ukupna bruto površina zgrada u RH po namjeni i po godinama [7].

Tablica 1 Ukupna bruto površina zgrada u RH po namjeni u m² po godinama [7]

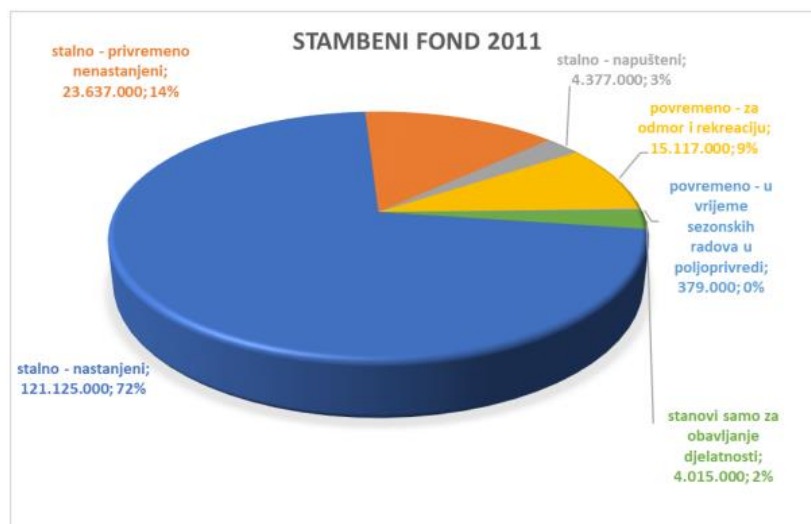
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
stambene	146.561.449	146.638.808	146.694.496	146.740.186	146.782.378	146.821.550	146.875.125	146.924.679
višestambene	56.566.680	56.596.537	56.618.031	56.635.665	56.651.950	56.667.068	56.687.746	56.553.324
obiteljske	89.994.769	90.042.271	90.076.466	90.104.521	90.130.429	90.154.482	90.187.379	90.371.355
nestambene	51.571.744	52.342.025	53.004.401	53.542.879	54.244.761	55.414.108	56.440.826	57.493.554
uredska	8.641.609	8.690.577	8.700.234	8.786.495	8.841.865	8.871.938	8.992.494	9.310.763
obrazovne hoteli i	5.614.153	5.682.727	5.720.018	5.751.638	5.793.588	5.827.083	5.888.671	5.912.968
restorani	3.318.095	3.357.532	3.414.540	3.472.120	3.548.686	3.689.688	3.890.329	4.083.148
bolnice sportske	2.952.511	2.988.574	3.008.186	3.024.815	3.046.877	3.064.492	3.096.881	3.109.659
dvorane	416.633	421.722	424.489	426.836	429.949	432.435	437.005	438.808
trgovina	11.397.783	11.582.614	11.731.774	11.857.714	11.949.236	12.010.125	12.089.527	12.167.833
ostalo	19.230.960	19.618.277	20.005.159	20.223.261	20.634.561	21.518.348	22.045.919	22.470.375

Procjenjuje se da Hrvatska ima oko 50 milijuna kvadratnih metara korisne površine u višestambenim zgradama. Udio VSZ-a u ukupnom fondu zgrada je oko 27% dok u ukupnom stambenom fondu oko 35% (Tablica 2). Od toga se 65% VSZ-a nalazi u kontinentalnom dijelu zemlje, dok 35% pripada obalnom području. Udio obiteljskih kuća u stambenom fondu čini oko 65%, točnije u 2019. godini bilo je ukupno 855.596 obiteljski kuća u Republici Hrvatskoj, dok je višestambenih zgrada bilo ukupno 89.359. [8]

Tablica 2 Udio višestambenih zgrada u stambenom fondu i u ukupnom fondu zgrada u Hrvatskoj, 2019.[8]

Vrsta zgrade	Ukupna ploština korisne površine grijanog dijela zgrada [m ²]	Udio u stambenom fondu [%]	Udio u ukupnom fondu zgrada [%]
Obiteljske kuće	83.481.377	64,75	50,07
Višestambene zgrade	45.449.582	35,25	27,26
UKUPNO – stambeni fond	128.930.959	100,00	
Nestambene zgrade	37.811.064		22,67
UKUPNO	166.742.024		100,00

U 2011. godini došlo je do pada površine stalno nastanjenih stanova što se povezalo s padom broja stanovnika u tom razdoblju. Privremeno i trajno napuštene stambene zgrade predstavljaju izazov za upravljanje fondom zgrada jer otežavaju planiranje mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti. Te zgrade ne sudjeluju u ukupnoj energetskej potrošnji, što utječe na energetske bilancu i smanjuje energetske intenzivnost stambenog sektora, ograničavajući potencijalne uštede energije. Zato je na slici 5 prikazana struktura stambenog fonda po korištenju u 2011. godini.[7]



Slika 5 Struktura stambenog fonda po korištenju 2011. godine u m² i postotku [8]

U okviru Strategije energetskeg razvoja Republike Hrvatske do 2030. godine, s pogledom na 2050., procjenjuju se buduće energetske potrebe stambenog sektora, koristeći model temeljen na demografskim podacima. Prema predviđanjima, broj

stanovnika Hrvatske će do 2050. pasti, uz ovaj pad, očekuje se i smanjenje prosječnog broja članova po kućanstvu, dok će prosječna površina stambene jedinice porasti. U tablici 3 su prikazane očekivane površine stambenih zgrada u 2030., 2040. i 2050. godini. [7]

Tablica 3 Projekcija ukupne površine stambenih zgrada u 2030., 2040. i 2050. godini [7]

	2030 m²	2040 m²	2050 m²
višestambene	64.160.346	68.605.285	73.180.074
obiteljske	103.288.933	110.444.645	117.809.397
stambene ukupno	166.272.175	177.791.278	189.646.889

Mnoge hrvatske kuće i zgrade su starije izgradnje i imaju lošu izolaciju, što dovodi do velikih gubitaka energije. Većina obiteljskih kuća u Hrvatskoj izgrađena je prije 1987. godine, a mnoge od njih imaju minimalnu ili nikakvu toplinsku izolaciju, svrstavajući se u energetske razred E ili niže. Takve kuće troše 70% svoje energije na grijanje, hlađenje i pripremu tople vode.[7]

Tablica 4 Stambeni fond RH prema godini izgradnje (stambene i nestambene zgrade) [7]

	višestambene		obiteljske	
	broj zgrada	površina	broj zgrada	površina
	-	m ²	-	m ²
do 1941.	37.201	5.773.897	64.391	10.155.639
1941. - 1970.	85.959	13.341.431	151.507	23.895.416
1971. - 1980.	59.882	10.296.314	93.109	16.268.543
1981. - 1987.	44.434	9.309.485	68.348	14.551.505
1988. - 2005.	38.358	8.097.343	75.615	16.220.608
2006. – 2009.	18.256	6.138.560	13.762	4.702.172
2010. - 2011.	6.600	1.938.285	4.976	1.484.737
2012. - 2018.	5.646	1.658.009	10.365	3.092.734
ukupno u 2018.	290.690	56.553.324	471.708	90.371.355

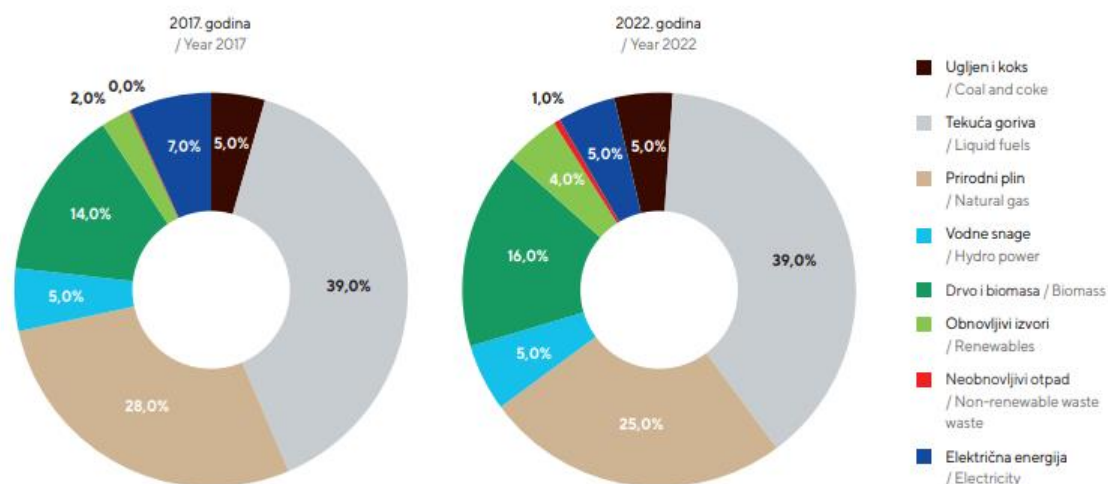
2.2 Potrošnja energije u kućanstvima u Hrvatskoj

U Hrvatskoj su zgrade najveći sektor potrošnje energije. Korisnici zgrada troše oko 40% ukupne neposredne energije, pri čemu kućanstva koriste najveći dio, gotovo jednu trećinu [9]. Struktura energetske izvora u ukupnoj potrošnji prema energentima tijekom proteklog razdoblja od 2017. do 2022. godine prikazana je u tablici 5. U 2022. godini zabilježeno je smanjenje ukupne potrošnje energije u Hrvatskoj u odnosu na prethodnu godinu za 6,1 posto. Tijekom razdoblja od 2017. do 2022. godine, ukupna potrošnja energije opadala je s godišnjom stopom od 1,0 posto. U tom periodu, primjetan je trend smanjenja potrošnje tekućih goriva, prirodnog plina i električne energije. S druge strane, potrošnja energije iz ugljena i koks, vodnih snaga, drva i biomase, obnovljivih izvora te neobnovljivog otpada bilježi rast. [9]

Tablica 5 Ukupna potrošnja energije prema energentima [9]

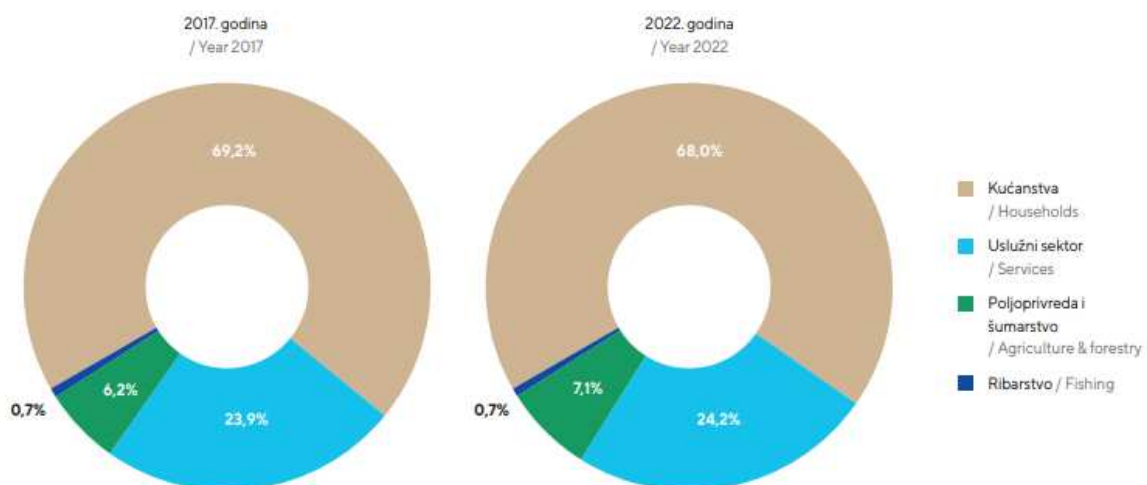
	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	2022./21.	2017.-22.
	TJ						%	
Ugljen i koks / Coal and coke	16.426,24	15.293,67	17.639,84	15.122,36	17.389,25	17.026,60	-2,1	0,7
Tekuća goriva / Liquid fuels	145.558,51	140.304,19	137.078,89	116.638,94	123.582,73	137.873,81	11,6	-1,1
Prirodni plin / Natural gas	104.388,01	95.970,12	100.733,12	105.725,14	101.706,50	89.298,41	-12,2	-3,1
Vodne snage / Hydro power	19.106,64	27.723,24	20.973,96	20.384,64	25.659,72	19.654,92	-23,4	0,6
Drvo i biomasa / Biomass	51.973,20	52.720,53	53.622,68	54.943,72	60.173,88	57.646,29	-4,2	2,1
Obnovljivi izvori / Renewables	8.896,80	10.973,86	14.847,38	16.472,81	19.352,84	15.886,58	-17,9	12,3
Neobnovljivi otpad / Non-renewable waste	482,70	817,70	1.128,90	1.630,30	1.891,50	1.935,00	2,3	32,0
Električna energija / Electricity	25.033,32	19.395,36	22.078,80	16.701,48	14.259,60	16.901,28	18,5	-7,6
UKUPNO / TOTAL	371.865,42	363.198,66	368.103,57	347.619,38	364.016,02	356.222,89	-2,1	-0,9

Razmatrani su udjeli različitih energetske izvora u ukupnoj potrošnji energije u Hrvatskoj za 2017. i 2022. godinu. Tekuća goriva zauzimaju najveći udio u potrošnji energije, što je bilo slučaj i u 2017. i u 2022. godini, s udjelom od oko 39,0 posto.[9]



Slika 6 Udjeli energetske izvora u ukupnoj potrošnji energije u Hrvatskoj [9]

Potrošnja energije u općoj potrošnji obuhvaća potrošnju energije u kućanstvima, uslužnim djelatnostima, poljoprivredi, šumarstvu i ribarstvu. Na slici 7 prikazani su udjeli pojedinih sektora u ukupnoj potrošnji energije u općoj potrošnji u 2017. i 2022. godini, dok konkretnija potrošnja prema sektorima može se vidjeti u tablici 6. [9]



Slika 7 Udjeli sektora u ukupnoj potrošnji energije opće potrošnje [9]

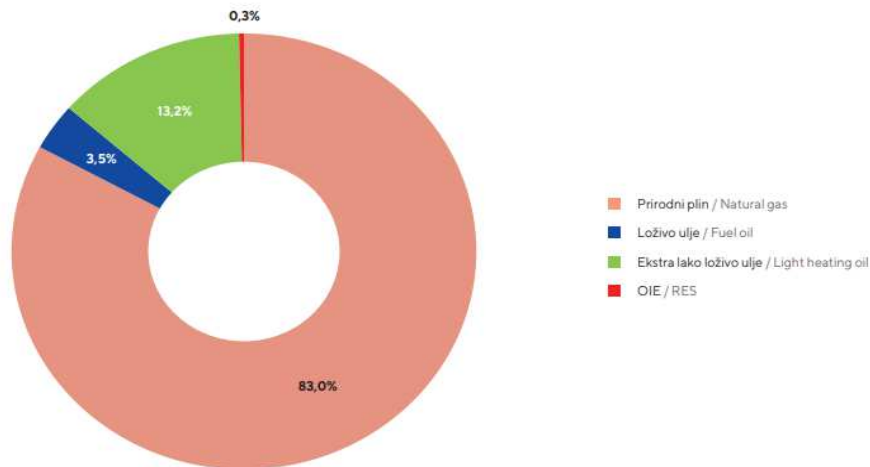
Tablica 6 Potrošnja energije po sektorima opće potrošnje u T.J. [9]

	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	2022./21.	2017.-22.
	TJ						%	
Kućanstva / Households	99.702,67	95.834,14	93.311,49	94.937,58	101.907,17	95.717,35	-6,1	-0,8
Uslužni sektor / Services	34.397,64	34.979,36	35.113,16	31.827,24	35.508,10	34.089,62	-4,0	-0,2
Poljoprivreda i šumarstvo / Agriculture & forestry	8.866,04	9.129,37	9.252,41	9.783,81	9.791,15	9.970,79	1,8	2,4
Ribarstvo / Fishing	1.076,29	1.016,50	995,14	1.003,69	1.029,31	931,08	-9,5	-2,9
UKUPNO OPĆA POTROŠNJA / TOTAL OTHER SECTORS	144.042,64	140.959,37	138.672,20	137.552,31	148.235,74	140.708,84	-5,1	-0,5

2.3 Potrošnja toplinske energije u kućanstvima u Hrvatskoj

U 2022. godini, kućanstva u Europskoj uniji većinu energije trošila su na grijanje domova. Hrvatska je među vodećima u EU po potrošnji energenata za grijanje prostorija u kućanstvima. Pet od 27 država članica EU dobivalo je više od 54% energije za grijanje domova iz obnovljivih izvora energije. Hrvatska se istaknula po visokom udjelu obnovljivih izvora energije u potrošnji energije za grijanje kućanstava (63,75%) [10]. Međutim, mnoge kuće imaju minimalnu ili nikakvu toplinsku izolaciju, svrstavajući se u energetske razred E ili niže. Jedan od razloga tome je to što su većina obiteljskih kuća u Hrvatskoj izgrađena je prije 1987. godine. Osim problema s izolacijom, postoji i problem energetske siromaštva gdje mnoge obitelji nemaju pristup osnovnim energetske uslugama, što se očituje u nemogućnosti plaćanja mjesečnih računa za energiju i neadekvatnom zagrijavanju domova zbog gubitka energije. Takve kuće troše 70% svoje energije na grijanje, hlađenje i pripremu tople vode. Uvođenje mjera energetske učinkovitosti može značajno smanjiti njihovu energetske potrošnju, ponekad i do 60% u usporedbi s trenutnim stanjem [11].

U 2022. godini, ukupna količina energije u Hrvatskoj koja je isporučena za grijanje bila je 1.998,45 MWh. Velika većina te energije dolazila je iz prirodnog plina, gotovo 83%. Manji udio dolazio je iz loživog ulja, nešto više od 13%, dok je samo 0,3% dolazilo iz obnovljivih izvora poput sunčeve energije ili biomase [9].



Slika 8 Udio goriva za proizvodnju toplinske energije u toplinskim sustavima u 2022. godini [9]

U Hrvatskoj se za grijanje, hlađenje prostora i pripremu tople vode koristi 80,69 % ukupne isporučene energije za sektor kućanstava. Tablica 7 prikazuje isporučenu energiju za grijanje, hlađenje i dobivanje PTV, te isporučenu energiju u 2019. godini, koja se koristi za druge energetske ne toplinske potrebe, kao što su kuhanje i rasvjeta. [8]

Tablica 7 Struktura potrošnje toplinske energije u Hrvatskoj [8]

SEKTOR KUĆANSTVA	Obiteljska kuća	Višestambena zgrada	UKUPNO	Udio [%]
Godišnja isporučena energija za potrebe grijanja/hlađenja prostora i pripreme PTV-a [GWh/a]	14.608,68	6.741,43	21.350,11	80,69
Godišnja isporučena energija za ostale energetske potrebe (kuhanje, rasvjeta, pogon el. uređaja) [GWh/a]	3.435,64	1.675,20	5.110,84	19,31
Ukupna godišnja isporučena energija [GWh/a]	18.044,31	8.416,64	26.460,95	100,00
Udio [%]	68,19	31,81	100,00	

U kućanstvima, ogrjevno drvo čini gotovo 50% ukupne potrošnje energenata, dok je taj udio u višestambenim zgradama manji, oko 35%. Iako je drvo povoljan izbor, zastarjela ložišta proizvode čestice koje štete dišnim putevima i zdravlju. Zato se Program zalaže za korištenje obnovljivih izvora energije, centralizirane sustave grijanja na razini zgrada kad god je moguće, priključivanje na efikasne centralizirane

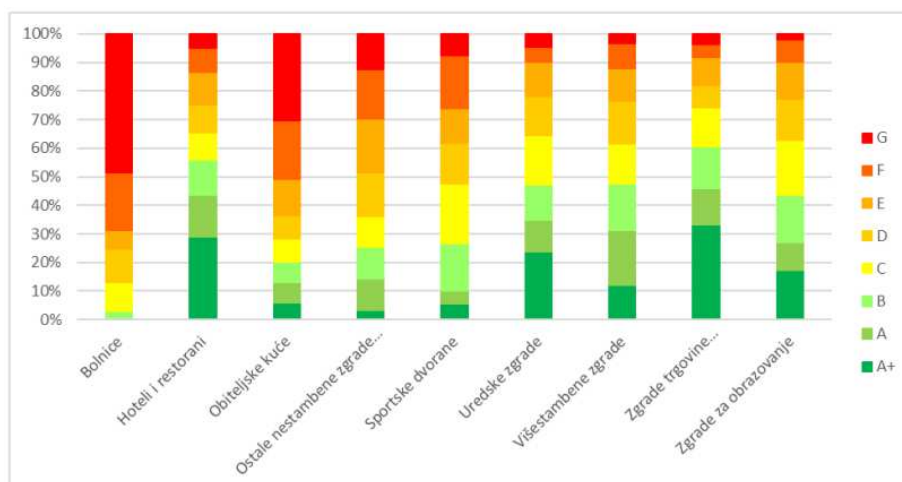
sustave grijanja i hlađenja, te elektrifikaciju grijanja i pripreme tople vode pomoću dizalica topline i fotonaponskih sustava za proizvodnju električne energije. [8]

Tablica 8 Potrošnja energenata za grijanje/ hlađenje i pripremu PTV-a u kućanstvima, 2019. [8]

SEKTOR KUĆANSTVA	Obiteljska kuća	Višestambena zgrada	UKUPNO	Udio [%]
Električna energija	1.603,56	966,01	2.569,57	12,04%
CTS	0,00	1.274,65	1.274,65	5,97%
Prirodni plin	3.098,66	1.815,19	4.913,85	23,02%
Loživo ulje	545,52	56,91	602,43	2,82%
UNP	55,88	0,00	55,88	0,26%
Ogrjevno drvo	8.212,92	2.218,33	10.431,25	48,86%
Drvni peleti/sječka/briketi	751,96	0,00	751,96	3,52%
Sunčeva energija (solarni kolektori)	125,61	0,00	125,61	0,59%
OIE preuzeta iz okoliša pomoću dizalica topline	230,02	394,89	624,91	2,93%
UKUPNO	14.624,13	6.331,09	21.350,11	100,00%

2.3.1 Specifična energija za grijanje i primarna energija

Energetska svojstva zgrada određena su pomoću podataka prikupljenih iz Informacijskog sustava energetske certifikata (IEC). Ovi podaci se odnose na energetske certifikate koji su uneseni u sustav u razdoblju od 30. rujna 2017. do 19. listopada 2019. godine [7]. Raspodjela energetske razreda prema specifičnoj potrebnoj energiji za grijanje ($Q_{H,nd}$) varira ovisno o vrsti zgrade i njezinoj ukupnoj površini (vidi Slika 9). Višestambene zgrade imaju relativno ravnomjernu distribuciju energetske razreda te uredske zgrade su donekle slične po tom pitanju. Ostale vrste zgrada, kao što su bolnice, obiteljske kuće, trgovine, hoteli i restorani, pokazuju tendenciju prema lošijim ili boljim razredima.



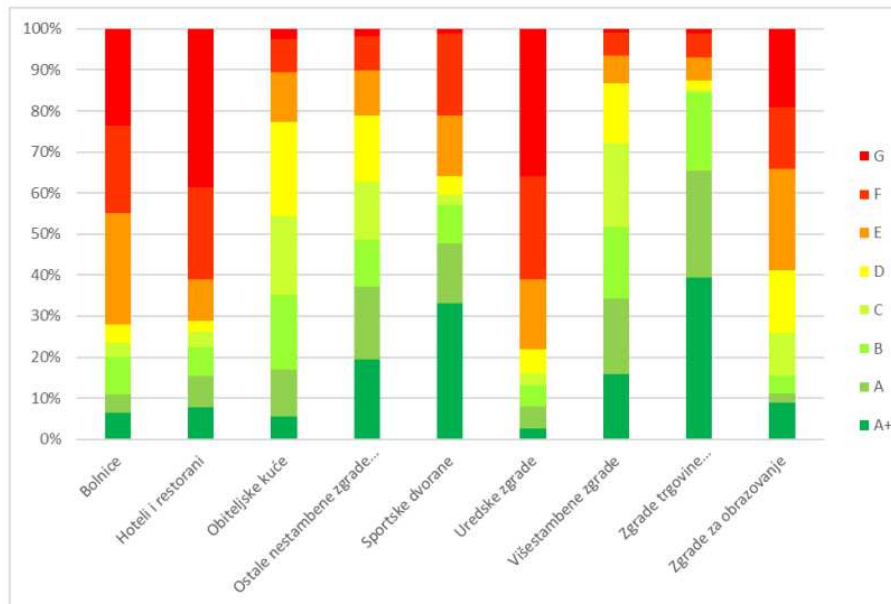
Slika 9 Distribucija energetske razreda po $Q_{H,nd}$ po vrstama zgrada [7]

Prema tablici 9 može se vidjeti kako godina izgradnje utječe na specifičnu potrebnu energiju za grijanje. Što je starija godina izgradnje objekta, veća je prosječna vrijednost specifične potrebne energije što znači da su lošije energetske karakteristike i samim time se objekt svrstava u lošiji energetski razred. Specifična toplinska energija u tablici 9 podijeljena je na kontinentalnu i primorsku Hrvatsku zbog razlike u klimatskim uvjetima. [8]

Tablica 9 Specifična toplinska energija za grijanje prostora [8]

Razdoblje izgradnje	$Q''_{H,nd}$ [kWh/ m ² ·a]			
	Obiteljske kuće		Višestambene zgrade	
	Kontinentalna	Primorska	Kontinentalna	Primorska
>1945	176	127	161	99
1945-1960	258	134	158	104
1961-1970	216	122	135	93
1971-1980	196	94	124	93
1981-1990	155	77	107	80
1991-2000	125	83	86	71
2001-2005	118	69	72	59
2006-2010	86	56	53	46
2011-2019	70	40	62	34

Pregled energetske razreda zgrada prema primarnoj energiji (prikazan na Slici 10) pokazuje da većina zgrada ima energetske certifikate s nižim razredom, što ukazuje na potrebu za unapređenjem energetske učinkovitosti u većem broju objekata.[7]



Slika 10 Distribucija energetske razreda po E_{prim} po vrstama zgrada[7]

Uspoređujući s EU-om, Hrvatska je koristila veći udio ukupne energije za grijanje kućanstava (67,5%) i manji udio za grijanje tople vode (10,19%). Prirodni plin igrao je ključnu ulogu u grijanju prostora i zagrijavanju vode u Hrvatskoj, dok su obnovljivi izvori energije imali značajniji udio u potrošnji energije za grijanje prostora, grijanje vode i kuhanje [10]. Kako bi se povećala energetska učinkovitost obiteljskih kuća, smanjila potrošnja energije i emisije CO₂ te smanjili mjesečni troškovi za energente, Vlada Republike Hrvatske je 27. ožujka 2014. godine donijela Program energetske obnove obiteljskih kuća, a cilj ovog programa je poboljšanje kvalitete života građana [11]. Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine, u suradnji s Ministarstvom gospodarstva i održivog razvoja te Fondom za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost, zaduženo je za pojačanje mjera energetske učinkovitosti stambenih zgrada tijekom 2023. i 2024. godine. Ove mjere, u skladu s nacionalnim programima energetske obnove, imaju za cilj smanjiti posljedice energetske krize i potrebu za energijom za grijanje i hlađenje [12].

3 METODOLOGIJA ZA OBRADU PODATAKA

Energetski pregled zgrade i kuće ključan je korak u procjeni učinkovitosti potrošnje energije, energenata i vode. On pomaže kontrolirati potrošnju i smanjiti troškove. Pregled uključuje identifikaciju mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti postojećih zgrada i kuća, kao i preporuke kako bi se nove zgrade gradile u skladu sa zahtjevima za gospodarenje energijom i očuvanjem topline [13].

Tijekom pregleda analiziraju se tehnička i energetska svojstva zgrada i/ili kuća, kao i svi tehnički sustavi koji koriste energiju i vodu, kako bi se utvrdila njihova učinkovitost. Glavni cilj energetskog pregleda je prikupiti i obraditi podatke o zgradi i njenim tehničkim sustavima kako bi se utvrdila energetska svojstva u odnosu na građevinske karakteristike, sustav grijanja, hlađenja, ventilacije i klimatizacije, sustav pripreme tople vode (PTV), potrošnju električne energije, potrošnju pitke i sanitarne vode i način korištenja ugrađenih energetske sustava i sustava potrošnje vode [14].

3.1 Izvori podataka

Cilj ovoga istraživanja je analizirati i utvrditi prosječne indikatore emisije ugljikovoga dioksida i potrošnja primarne energije po kvadratnom metru stambenih objekata u kontinentalnom dijelu Hrvatske. Istraživanje je provedeno identificiranjem ključnih faktora koji utječu na potrošnju energenata u kućanstvima s obzirom na vrstu nekretnine te za različite sustave grijanja i pripreme potrošne tople vode. Detaljno će biti objašnjeni proces prikupljanja podataka, korištene metode, analize i alati, kako bi se osigurala transparentnost i valjanost rezultata. Analiza je ključna za razumijevanje faktora koji utječu na potrošnju grijanja i za formuliranje preporuka za poboljšanje energetske učinkovitosti kućanstava. Za provedbu ovoga istraživanja, korišteni su podaci koji su prikupljeni iz seminarskih radova studenata. Temeljna svrha seminarskih radova bila je izraditi preliminarni energetski pregled objekata u kojem stanuju, napraviti analizu potrošnje energije temeljem računa za sve

energente i vodu te opisati sustave grijanja, potrošne tople vode i hlađenja kao i specifične druge potrošače energije ako postoje. Korišteni radovi su relevantni za istraživanje i određivanje prosječnih vrijednosti, budući da se nalaze na području kontinentalnog dijela Republike Hrvatske te pripadaju istoj klimatskoj zoni. Kako bi istraživanje bilo što relevantnije korišten je opsežan broj radova koji su dali uvid u načine i vrste grijanja u 100 kućanstva.

3.2 Prikupljanje podataka

Svrha izrade preliminarnog energetskog pregleda objekta u kojem se stanuje bila je prikupiti podatke o potrošnji određenih energenata unutar godine dana. Kako bi istraživanje bilo relevantno za kontinentalni dio Hrvatske bilo je potrebno navesti županiju u kojoj se nalazi objekt stanovanja i definirati radi li se o obiteljskoj kući ili stanu. Osim podataka o potrošnji energenata, sagledala se vrsta energenata koji se koriste za grijanje i PTV, te je bilo potrebno odrediti primarni i sekundarni sustav za grijanje i pripremu tople vode. Potrebno je bilo prikazati karakteristike stambenog objekta kao što su godina izgradnje, postojanje izolacije i debljina izolacije, vrsta prozora, površina stambenog objekta, način dobave vode, postojanje sustava za hlađenje i navesti broj osoba koji borave u dotičnom kućanstvu. Za potrebe analize ovoga rada prikupljali su se podaci iz 2021. i 2022. godine. ukupno Točnije 75 kućanstva vršilo je energetski pregled u 2022. godini i 25 kućanstva u 2021. godini.

3.3 Obrada podataka

Za prikupljanje i obradu podataka korišten je program za računske tablice Microsoft Office Excel. Naime, kako se u istraživanju obrađuje značajan broj kućanstava koja sadrže širok raspon parametara, MS Excel je optimalan alat radi njegove jednostavnosti, preglednosti i mogućnosti obavljanja više računskih operacija unutar prikupljenog seta podataka. Na temelju prikupljenih podataka, pristupilo se izračunu indikatora potrošnje vode i energije. U istraživanju se analizirala potrošnja vode, te

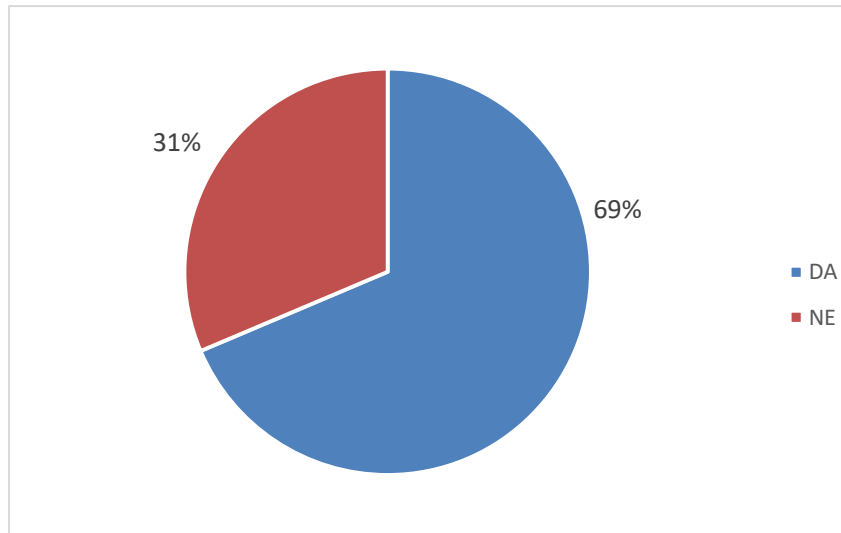
potrošnja toplinske i električne energije unutar godine dana po površini stambenog objekta izraženim u metrima kvadratnim i po broju osoba koje borave u objektu.

3.4 Karakteristike stambenih objekata

Kako bi prikupljeni podaci bili relevantni za ovo istraživanje, podaci su se prikupljali na kontinentalnom dijelu Hrvatske od čega su najčešće županije bile Zagrebačka, Varaždinska i Krapinsko-zagorska. Ukupna podjela stambenih objekata prema županijama može se vidjeti u tablici 10. Od 100 preliminarnih energetske pregleda stambenih objekata u ovome istraživanju, 69 čine obiteljske kuće i 31 stanova iz stambenih zgrada. Ukupno je 69 kućanstava navelo da ima toplinsku izolaciju, dok ostalih 31 nema izolacije na stambenim objektima te je udio toplinske izolacije objekata u ovom istraživanju prikazan na slici 11.

Tablica 10 Podjela VSZ-a i obiteljskih kuća prema županijama

Županija	višestambene zgrade		obiteljske kuće	
	broj objekata	površina (m ²)	broj objekata	površina (m ²)
Zagrebačka	26	1515,29	31	5777,62
Koprivničko-križevačka	/	/	5	861
Bjelovarsko-bilogorska	/	/	1	196
Varaždinska	4	195,7	10	2321,96
Krapinsko-zagorska	/	/	12	2338,83
Međimurska	/	/	2	290
Sisačko-moslavačka	/	/	1	196
Osječko-baranjska	/	/	2	348,23
Karlovačka	/	/	3	636,69
Ličko-senjska	/	/	1	216
Primorsko-goranska	1	59,1	/	/
Požeško-slavonska	/	/	1	300



Slika 11 Udio toplinske izolacije objekata u preliminarnom pregledu kućanstava

Kao što je već spomenuto, samo stanje objekta što se tiče toplinske izolacije i specifične potrebne energije za grijanje ovisi o godini izgradnje samog stambenog objekta zbog načina gradnje, zato je u tablici 11 prikazana podjela VSZ-a i obiteljski kuća prema godini izgradnje. Od 100 uzoraka, 95 je upisalo godinu izgradnje objekta u kojem stanuju. Prema tablici 11 vidljivo je da su u godinama između 1971. i 1999. građeni stanovi najmanje prosječne površine, dok je iz iste razvidno da stanovi sagrađeni do 60. godina 20. stoljeća imaju najveću prosječnu površinu. Kod obiteljskih kuća, zabilježeno je suprotno stanje. Naime, kuće izgrađene do 60. godina imaju najmanju prosječnu površinu, a najveću između 1971. i 1999. godine.

Tablica 11 Godina izgradnje VZS-a i obiteljskih kuća

	višestambene zgrade			obiteljske kuće		
	broj objekata	površina (m ²)	prosječna površina (m ²)	broj objekata	površina (m ²)	prosječna površina (m ²)
2020.-2000.	8	523,69	65,46	12	2280,29	190,02
1999.-1971.	13	738,12	56,78	37	8032,27	217,09
1970.-1961	4	234,55	58,64	14	2646,93	189,07
1960. >	2	151,88	75,94	5	647,94	129,59
Ukupno	27	1648,24	61,05	68	13607,43	200,11

U gubitku toplinske energije bitnu ulogu imaju prozori. Radi štednje energije i novca, važno je fokusirati se na energetska učinkovitost prozora koji bi trebali imat što je moguće manji koeficijent prijelaza topline (manji od $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$). Energetska bilanca prozora sastoji se od dobijanja topline Sunčevim zračenjem i gubitka topline. Na učinkovitost prozora utječu svi njegovi dijelovi: staklo, okvir i način ugradnje, odnosno spoj prozora sa zidom [15]. Zato je u ovom istraživanju bilo je potrebno navesti vrstu prozora u svom stambenom objektu, te prema tablici 12 može se vidjeti da u većini kućanstava prevladavaju prozori s okvirima napravljenim od polimera.

Tablica 12 Vrste prozora po stambenim objektima

Vrsta prozora	višestambene zgrade	obiteljske kuće
	broj objekata	broj objekata
Polimer	24	50
Drvo	6	18
Metal	1	1

Gubici topline kroz prozore su značajno veći od onih kroz zidove, približno deset puta, što naglašava važnost njihove energetske učinkovitosti u smanjenju potrošnje energije u zgradama. Kod starijih objekata, koeficijent U_w prozora obično varira između $3,50$ i $4,00 \text{ W/m}^2\text{K}$. Europski propisi postupno smanjuju dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaza topline. Za pasivne kuće, koeficijent U_w ne smije premašiti $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, dok hrvatski standard predviđa maksimalnu vrijednost od $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ za prozore. Standardni troslojni prozori, opremljeni Low-e premazima i kvalitetnim okvirima, postižu koeficijent prolaza topline od $1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Unaprijeđene verzije prozora, koje su prikladne za pasivne kuće, mogu postići U_w vrijednost od $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ili nižu [19].

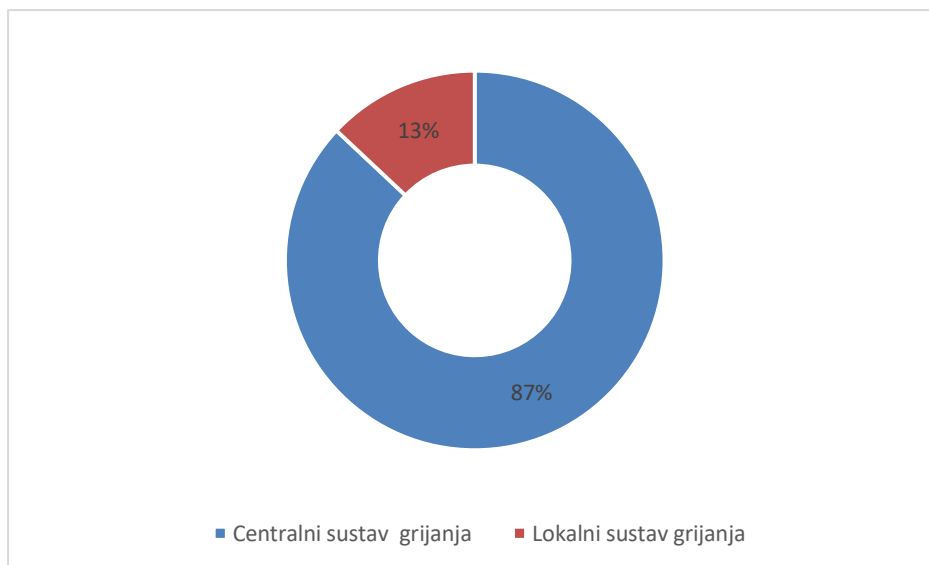
4 OPIS TIPSKIH SUSTAVA GRIJANJA I PRIPREME TOPLE VODE

Sustavi grijanja mogu se klasificirati na nekoliko osnovnih načina: prema energentu, načinu zagrijavanja i vrsti ogrjevnih tijela. Klasifikacija prema energentu ovisi o vrsti energenta koji se koristi za proizvodnju toplinske energije. Sustavi grijanja tako mogu koristiti plin (zemni plin, ukapljeni naftni plin), električnu energiju, loživo ulje (mazut, ekstra lako loživo ulje), kruta goriva (peleti, drvena sječka, ogrjevno drvo, ugljen) ili toplinu iz okoliša uz dodatak kompenzacijske električne energije preko dizalica topline. Podjela prema načinu zagrijavanja uzima u obzir položaj izvora toplinske energije u odnosu na prostorije koje je potrebno zagrijavati. Uređaji za grijanje prostorija omogućuju podjelu sustava grijanja na dvije glavne vrste: lokalno (pojedinačno) grijanje i centralno grijanje. Lokalni sustavi grijanja koriste pojedinačne izvore topline, kao što su peći, kamini i električne grijalice, koji izravno zagrijavaju prostoriju u kojoj se nalaze. Nasuprot tome, sustavi centralnog grijanja omogućuju neizravno zagrijavanje prostorija putem ogrjevnih tijela kroz koja cirkulira prijenosnik energije ili ogrjevni medij (topla ili vrela voda, para, topli zrak) [16].

Zagrijavanje PTV-a isto može se vršiti lokalno ili centralno. Kod lokalnog sustava svako izljevno mjesto ima svoj grijač dok centralna priprema podrazumijeva izvedbu s jednim grijačem za više izljevni mjesta. Također sustav za pripremu tople vode može biti povezan sa sustavom grijanja.

4.1 Identifikacija sustava grijanja i hlađenja

Kućanstava u današnje vrijeme, pogotovo u urbanijim sredinama, teže centralnim sustavima grijanja, posebno stambene zgrade. Zbog bolje efikasnosti za veće površine i održavanje jednolike temperature u svime dijelovima kućanstva, jednostavnijeg održavanja samog sustava i sl. Tako su i u ovom istraživanju pretežito prevladali centralni sustavi grijanja što se može vidjeti na slici 12.



Slika 12 Udio centralnog i lokalnog sustava grijanja u kućanstvima

U ovom istraživanju utvrđeno je da od 100 kućanstava, 87 koristi centralni sustav grijanja i 13 kućanstava lokalni sustav. Konkretnija podjela sustava grijanja prema vrsti stambenog objekta može se vidjeti u tablici 13.

Tablica 13 Ukupni broj vrsta sustava grijanja prema stambenom objektu

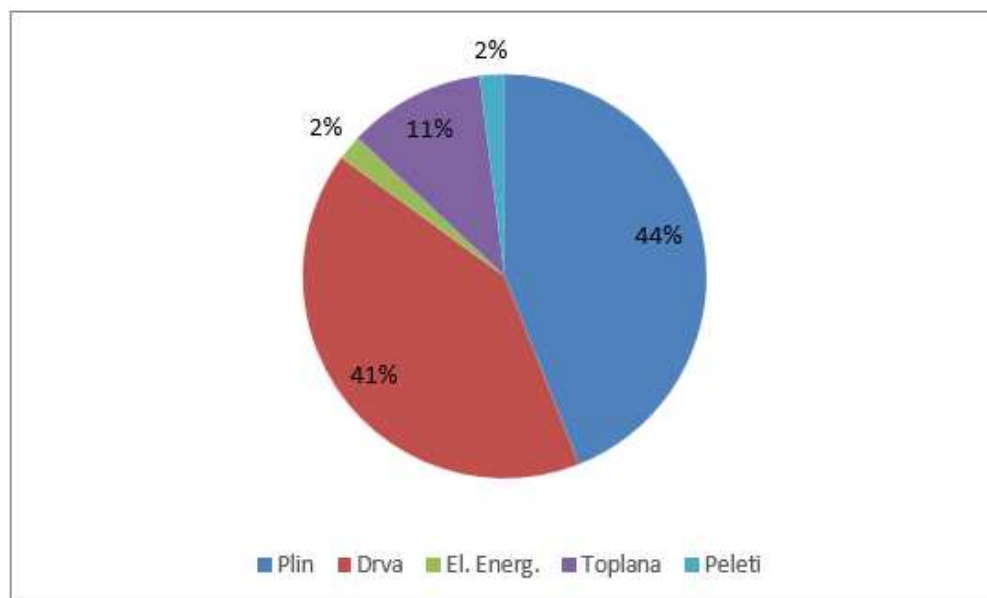
	Višestambene zgrade	Obiteljske kuće
Centralni sustav grijanja	30	57
Lokalni sustav grijanja	1	12

Kod centralnog sustava grijanja 53% obiteljski kuća najčešće koristi centralno toplovodno grijanje s kotlom na ogrjevno drvo, dok 42% kućanstva koristi plinski bojler ili plinski kotao kao izvor topline za grijanje. Što se tiče centralnog sustava grijanja u stanovima 20 kućanstava koristi plinski kotao ili plinski bojler kao izvor topline i 11 kućanstava se grije daljinskim grijanjem. Kod stanova za izvor topline u lokalnom sustavu grijanja koristi se peć na pelete, dok kod obiteljskih kuća u 10 objekata se koristi lokalna peć na ogrjevno drvo i u jednom objektu se koristi plinska peć. Točnija podjela izvora topline po kućanstvima može se vidjeti u tablici 14.

Tablica 14 Izvori topline za grijanje u VZS i obiteljskim kućama

	višestambene zgrade		obiteljske kuće	
	Centralni sustav	Lokalni sustav	Centralni sustav	Lokalni sustav
Bojler na plin	20	/	24	/
Daljinsko grijanje	11	/	/	/
Centralni kotao/peć na drva	/	/	30	/
Centralni kotao/peć na pelete	/	/	1	/
Peć na drva	/	/	/	7
Plinska peć	/	/	1	1
Peć na pelete	/	1	/	/
Kamin	/	/	/	4

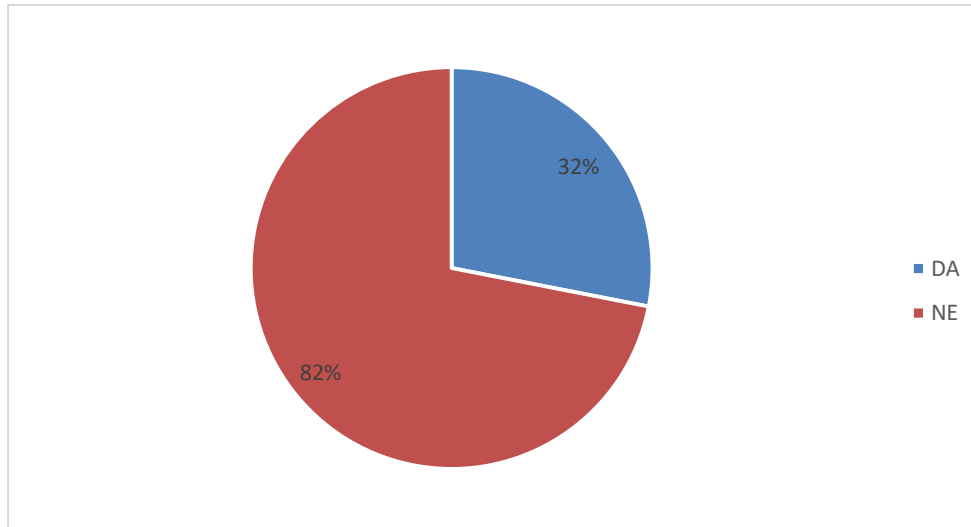
Razmatrali su se udjeli različitih energenata korištenih kao izvor topline za grijanje kućanstva. U ovom istraživanju prema slici 13 može se vidjeti da od 100 kućanstva najčešće korišteni energenti su prirodni plin (44%) i ogrjevno drvo (41%).



Slika 13 Udjeli korištenih energenata za izvor topline u kućanstvima

Sustavi hlađenja mogu biti centralizirani, koji rashlađuju cijelu zgradu, ili lokalizirani, koji su namijenjeni za određene prostorije. Najčešće vrste su klima uređaji, rashladne komore i toplinske pumpe. U ovom istraživanju, sustavi hlađenja koji se

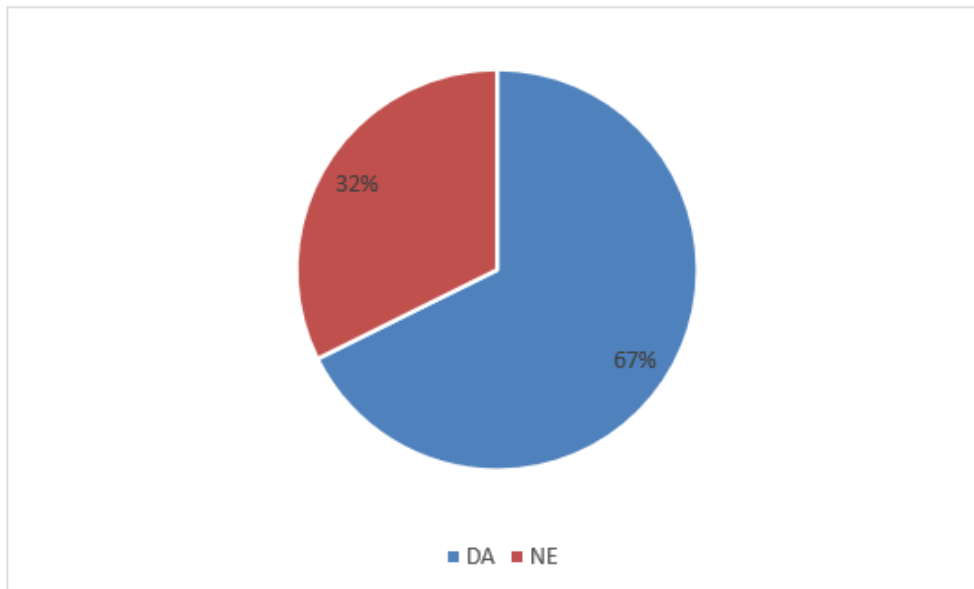
koriste u kućanstvima su lokalni i vrše se pomoću klima uređaja različitih snaga, koje se sastoje od jedne unutarnje i jedne vanjske jedinice. Prema slici 14 može se vidjeti da većina kućanstava ne posjeduje sustav hlađenja.



Slika 14 Udio posjedovanja sustava hlađenja

4.2 Identifikacija sustava PTV-a

Vodu za piće i sanitarne potrebe moguće je dobiti iz lokalnog vodovoda ili iz vlastitog izvora, odnosno bunara. Međutim danas su rjeđi slučajevi gdje se koristi voda iz vlastitog izvora. To možemo vidjeti i prema ovome istraživanju gdje od 100 kućanstava, samo 7 koristi vodu iz bunara i sva kućanstva su obiteljske kuće. Kao što je već spomenuto sustav za pripremu tople vode može biti povezan sa sustavom grijanja objekata. U ovom slučaju čak 67% kućanstava ima povezan sustav grijanja i dobivanja PTV-a (Slika 15). Također, u tablici 15 može se vidjeti broj povezanih i ne povezanih sustava prema vrsti objekta.

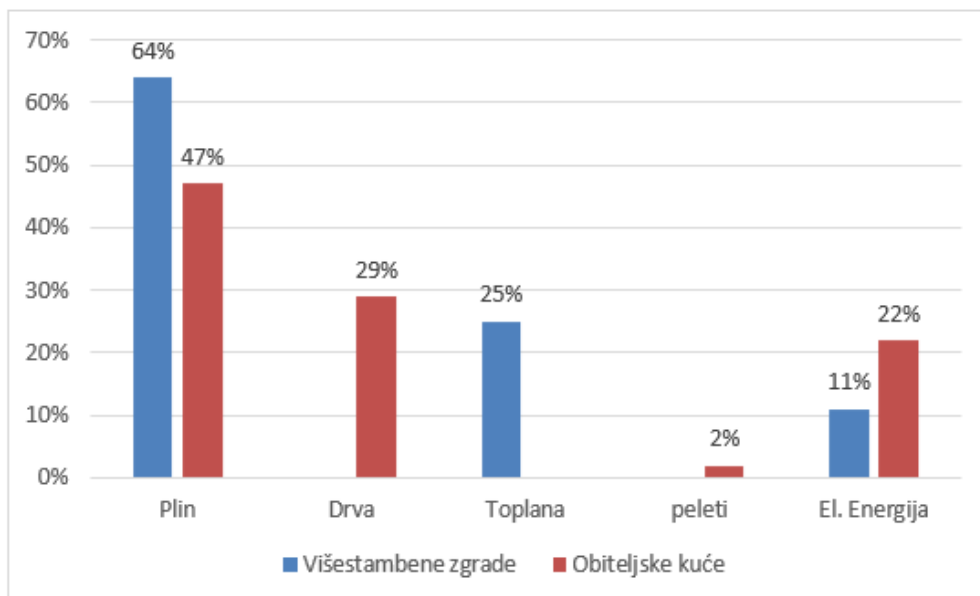


Slika 15 Udio povezanih sustava grijanja i PTV-a u kućanstvima

Tablica 15 Broj povezanih i ne povezanih sustava za PTV i grijanje prema kućanstvima

Povezani sustavi	višestambene zgrade	obiteljske kuće
DA	24	42
NE	8	26

Kod obiteljskih kuća u većini slučajeva povezani sustavi se koriste u zimskim mjesecima kada je sezona grijanja, a to su najčešće centralni toplovodni sustavi na ogrjevno drvo pa se van sezone grijanja tj. za vrijeme ljetnih mjeseci za dobivanje PTV-a koriste alternativni sustavi kao što su električni ili plinski bojler. Što se tiče stanova u svim slučajevima su sustavi povezani i izvor se dobiva iz toplane ili bojlera na plin. Razmatrali su se udjeli različitih energenata korištenih za pripremu potrošne vode. Prema slici može se vidjeti da od 31 preliminarnog pregleda stambenih zgrada najveći udio ima prirodni plin kao energent za dobivanje PTV-a. Jednako tako plin kao energent prevladava i u obiteljskim kućama. Na slici 16 mogu se vidjeti udjeli primarnih energenata za pripremu tople vode u kućanstvima.



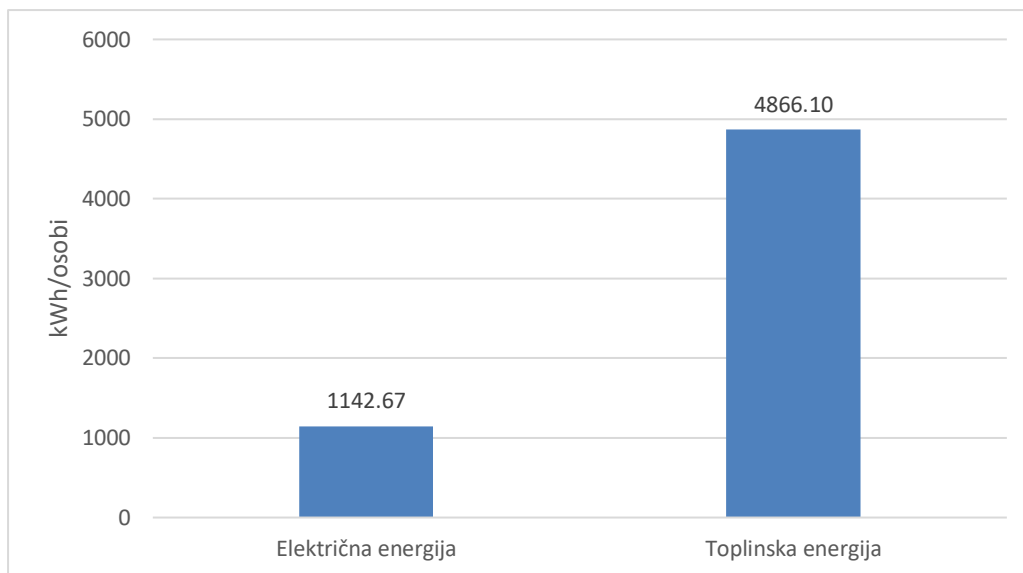
Slika 16 Udio primarnih energenata za pripremu PTV prema vrsti stambenog objekta

5 ANALIZA POTROŠNJE ENERGIJE

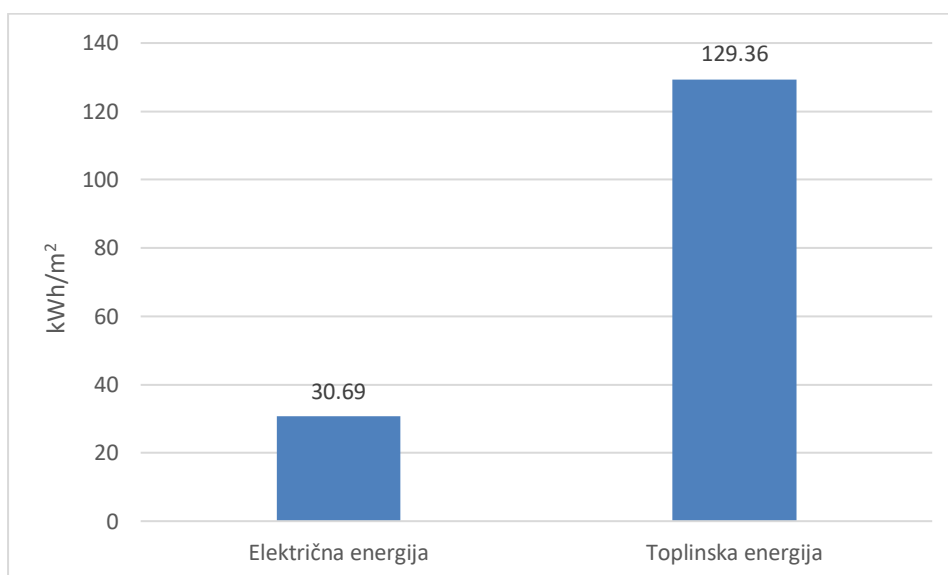
U svrhu istraživanja potrošnje energenata za grijanje kućanstva odrađeno je 100 energetskih pregleda stambenih zgrada i obiteljskih kuća. Pretežito se radi o kućanstvima na kontinentalnom dijelu hrvatske i praćenje potrošnje energenata se vršilo u 2021. i 2022. godini. Od čega je u 2022. godini ukupno 75 preliminarnih energetskih pregleda kućanstva i 25 u 2021. godini. Toplinska energije potrebna za dobivanje potrošne tople vode i grijanje kućanstva u ovome istraživanju dobivala se iz plina, drva, električne energije, dizalica topline, toplana ili od peleta. Oko 67% kućanstava je imalo povezane sustave za grijanje prostorije i dobivanja PTV-a, točniji omjer je 66:33. Također ovisno o godišnjem dobu određena kućanstva kombiniraju sustave za pripremu tople vode. Više od 50% kućanstva je koristilo plin kao energent za dobivanje PTV-a i 44% za grijanje stambenog objekta, 29% kućanstva je koristilo drva za PTV i 47% za grijanje.

5.1 Ukupna godišnja potrošnja energije i vode prema indikatorima

Svako kućanstvo prilikom energetskeg pregleda moralo je navesti broj osoba koji borave u objektu i odrediti ploštinu korisne površine stambenog objekta. Zatim se za svako pojedino kućanstvo računalo kolika je ukupna potrošnja toplinske energije po osobi i po m², također se tako računalo za ukupnu potrošnju električne energije i prikazalo se kolika je ukupna potrošnja vode po osobi. Za analizu su odabrana kućanstva koja za koje su bili dostupni podaci za 2022. godinu s obzirom da potrošnja toplinske energije ovisi o klimatskim uvjetima. Pošto je obuhvaćeno 75 kućanstva u 2022. godini i svako je individualno za sebe, ima drugačiju površinu i broj osoba koji borave u objektu, izračunati su prosječni indikatori za svako kućanstvo pojedinačno i zatim je napravljen prosjeci dobivenih rezultata aj sumira. U ukupnu isporučenu toplinsku energiju uračunata je potrošnja drva u kilovat satima, potrošnja peleta u kilovat satima i potrošnja prirodnog plina. Od 75 preliminarnih energetskeg pregleda ukupno je 50 obiteljskih kuća i 25 stanova. Na slici 17 može se vidjeti ukupna prosječna potrošnja toplinska i električna energija prema broju osoba za sva kućanstva unutar godine dana, a na slici 18 prema metrima kvadratnim u 2022. godini. Prema analiziranim podacima, razvidno je kako prosječna godišnja potrošnja el. energije, po osobama nastanjenim u obiteljskim kućama, iznosi 1,2 tis. kWh. Isti kriterij za višestambene zgrade iznosi 984,7 kWh, odnosno zabilježena je 1,2 puta manja potrošnja nego u obiteljskim kućama. Uspoređujući podatke potrošnje el. energije po m², rezultati ukazuju na veću potrošnju u višestambenim objektima. Naime, prosječna potrošnja el. energije po m² u VSZ iznosi 38,99 kWh, dok u obiteljskim kućama prosječna potrošnja iznosi 27,97 kWh. Tablica 16 prikazuje ukupni prosječni utrošak vode i prosječni utrošak vode po osobi i m²



Slika 17 Prosječna godišnja potrošnja isporučene električne i toplinske energije prema broju osoba



Slika 18 Prosječna godišnja potrošnja isporučene električne i toplinske energije prema metrima kvadratnim

Tablica 16 Ukupni godišnji prosječni utrošak vode i prosječni utrošak prema indikatorima

Utrošak vode			
143,36	41,16	1,25	112,8
Prosječni utrošak vode (m ³)	m ³ /osobi	m ³ /m ²	L/dan

5.2 Ukupna potrošnja toplinske energije prema indikatorima

Da bi se odredila ukupna potrošnja toplinske energije prema broju osoba koje koriste stambeni objekt, godišnja potrošnja ukupne toplinske energije je podijeljena sa brojem osoba u objektu stanovanja, zatim je na osnovu tih rezultata izračunat prosjek koji se nalazi u tablici. Kako bi se odredila prosječna potrošnja toplinske energije za sva kućanstva, godišnja potrošnja toplinske energije pojedinačnog kućanstva podijeljena je s ploštinom korisne površine objekta i na osnovu tih rezultata određena je prosječna potrošnja. U tablici 17 su dane izračunate vrijednosti indikatora ukupne prosječne potrošnje toplinske energije po osobi i po metru kvadratnom u 2022. godini.

Tablica 17 Ukupna prosječna potrošnja toplinske energije i prosječne vrijednosti indikatora po osobi i m²

	Toplinska energija	
	Obiteljske kuće	VSZ
Ukupna prosječna godišnja potrošnja (kWh)	24024,34 kWh	7751,82 kWh
Prosječna godišnja potrošnja / m ²	139,29 kWh/m ²	119,85 kWh/m ²
Prosječna godišnja potrošnja / osobi	5792,85 kWh/osobi	3012,6 kWh/osobi

5.3 Ukupna potrošnja plina prema indikatorima

U tablici 18 vidljiva je prosječna potrošnja prirodnog plina po metru kvadratnom i broju osoba u kućanstvima u 2022. godini. Od 75 energetskih pregleda stambenih objekata, 43 kućanstva koriste plin za dobivanje tople vode od kojih je 22 stanova i 21 obiteljskih kuća. Te 44 kućanstva za potrebe grijanja prostorija od čega je 23

stanova i 21 obiteljskih kuća. Možemo vidjeti da u ovom slučaju nisu u svim kućanstvima povezani sustavi za grijanje i dobivanje PTV-a. Ukupna prosječna potrošnja plina za potrebe toplinske energije u 2022. godini za sva kućanstva iznosila je 23192,5 kWh.

Tablica 18 Ukupna prosječna potrošnja prirodnog plina i prosječne vrijednosti indikatora po osobi i m²

	Prirodni plin	
	Obiteljske kuće	VSZ
Ukupna prosječna godišnja potrošnja kWh	14337,20 kWh	8855,30 kWh
Prosječna godišnja potrošnja / m ²	77,95 kWh/m ²	131,57 kWh/m ²
Prosječna godišnja potrošnja / osobi	3444,74 kWh/osobi	3484,84 kWh/osobi

5.4 Ukupna potrošnja ogrjevnog drva prema indikatorima

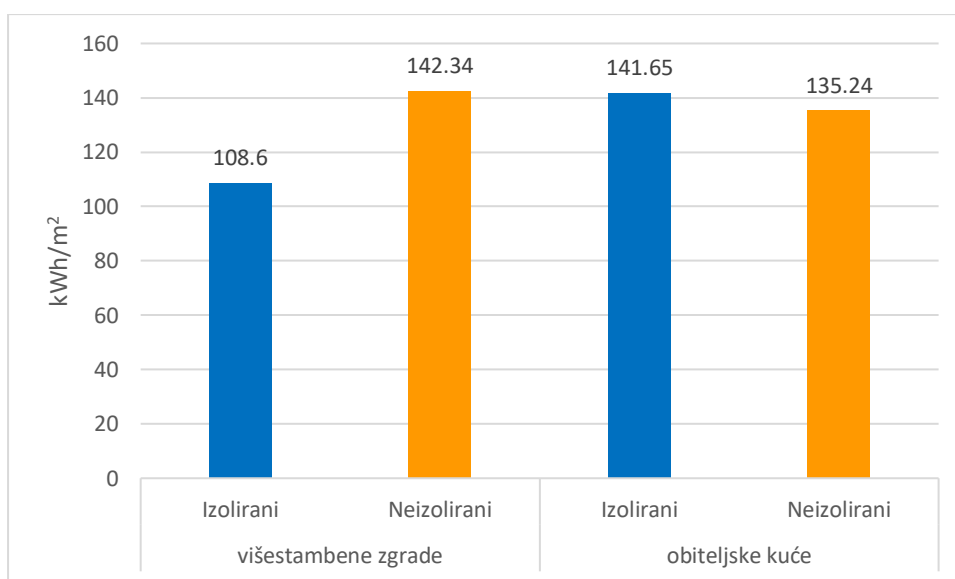
U ovome istraživanju drvo kao energent za dobivanje toplinske energije koriste samo obiteljske kuće. Od ukupno 50 obiteljskih kuća, 28 njih koriste drvo kao primarni energent za grijanje prostora od čega 15-ero koristi i za dobivanje PTV-a. Tablica 19 prikazuje prosječnu potrošnju ogrjevnog drva po metru kvadratnom i broju osoba u kućanstvima za 2022. godinu. Dio kućanstva koristi ogrjevna drva kroz cijelu godinu za dobivanje PTV-a zbog povezanog sustava. Također sama potrošnja ovisi od kućanstva do kućanstva zbog izolacije stambenog objekta, veličine objekta, broju osoba koja borave u kućanstvu, te broju prostorija koja se griju.

Tablica 19 Ukupna prosječna potrošnja ogrjevnog drva i prosječne vrijednosti indikatora po osobi i m²

	Ogrjevno drvo		
	Obiteljske kuće		
	Ukupno	PTV+grijanje	Grijanje
Ukupna prosječna godišnja potrošnja kWh	29192,39 kWh	31576,15 kWh	26441,91 kWh
Prosječna godišnja potrošnja / m ²	172,09 kWh/m ²	182,93 kWh/m ²	159,59 kWh/m ²
Prosječna godišnja potrošnja / osobi	6998,14 kWh/osobi	8284,10 kWh/osobi	5514,35 kWh/osobi

5.5 Potrošnja toplinske energije izoliranih kućanstva prema indikatorima

Kao što je već spomenuto, toplinska izolacija je ključan čimbenik prilikom gubitka, odnosno zadržavanja energije unutar prostorija. U ovome istraživanju 69% kućanstava posjeduje određenu vrstu izolacije na svojim stambenim objektima. Točnije od 50 obiteljskih kuća njih 32 ima izolaciju i od 25 stanova njih 17 posjeduje toplinsku izolaciju na zgradama. Na slici 19 može se vidjeti prosječna potrošnja toplinske energije po kvadratnom metru izoliranih i neizoliranih objekata u 2022. godini.



Slika 19 Prosječna potrošnja toplinske energije po m² izoliranih i neizoliranih stambenih objekata

Tablica 20 prikazuje potrošnju drva i plina po m² te osobi u kućanstvima s toplinskom izolacijom i bez toplinske izolacije. Kod stambenih zgrada, ukupno je 17 kućanstava koji su označili da imaju izolaciju i 8 kućanstava bez izolacije, dok je kod obiteljskih kuća koja koriste drva za grijanje, 18 kućanstava označilo je da ima izolaciju, a njih 10 da nema. Od ukupnog broja kućanstava koja troše plin za potrebe toplinske energije, 14 obiteljskih kuća navelo je kako imaju toplinsku izolaciju, dok njih 8 ne posjeduje isto. Kod izoliranih stanova u višestambenim zgradama uočava se manja potrošnja prirodnog plina za 18,4% u odnosu na neizolirane objekte. Sličan trend

zabilježen je u obiteljskim kućama. Korišteni podaci ukazuju da izolirani objekti bilježe 29,4% manju potrošnju prirodnog plina, u odnosu na neizolirana kućanstva. Analizirajući potrošnju ogrjevnog drva u obiteljskim kućama dobiveni rezultati sugeriraju 49,3% veću potrošnju u izoliranim objektima u odnosu na one koji ne posjeduju izolaciju. Razlog tome je što izolirani objekti često imaju lošiju ventilaciju i zadržavaju više vlage, što može povećati potrebu za intenzivnijim grijanje i, posljedično, veću potrošnju ogrjevnog drva.

Tablica 20 Potrošnja drva i plina u izoliranim i neizoliranim kućanstvima

	višestambene zgrade		obiteljske kuće	
	Izolirani	Neizolirani	Izolirani	Neizolirani
Drvo	/	/	173,82 kWh/m ²	116,39 kWh/m ²
Plin	120,48 kWh/m ²	147,9 kWh/m ²	50,06 kWh/m ²	70,89 kWh/m ²

6 EMISIJE CO₂ I PRIMARNA ENERGIJA S KLJUČNIM INDIKATORIMA

Emisije CO₂ predstavljaju značajan globalni problem, a njihovo smanjenje ključno je za očuvanje planeta Zemlje. Budući da zgrade doprinose velikom udjelu ukupnih emisija, važno je analizirati emisije svake zgrade te provoditi mjere koje će ih smanjiti. U nastavku se analiziraju količine ispuštenih emisija CO₂ za potrošnju električne i toplinske energije te vode.

Na temelju ulaznih podataka, koji uključuju potrošnju električne energije, plina i drva izraženu u kilovat-satima, izračunate su emisije CO₂ i primarna energija. Emisije CO₂ određene su množenjem potrošnje svakog energenta u pojedinom kućanstvu s odgovarajućim faktorima emisije. Dobivene emisije zatim su zbrojene kako bi se dobila ukupna količina ispuštenog ugljikovog dioksida, izražena u kilogramima. Nakon toga, za procjenu emisija CO₂ prema ključnim indikatorima, ukupna količina ispuštenog CO₂ podijeljena je s brojem osoba u kućanstvu i s korisnom površinom stambenog objekta, te se iz tih podataka izračunala prosječna vrijednost. Faktori emisije CO₂ za korištene energente navedeni su u tablici 21, dok su ukupne prosječne emisije za pojedine energente u 2022. godini prikazane u Tablici 22.

Tablica 21 Faktori emisije CO₂ za pojedini energent

	Faktor emisije (kg CO ₂ /kWh)
Električna energija	0,23481
Plin	0,2202
Drvo	0,02909

Tablica 22 Ukupne godišnje prosječne vrijednosti emisija CO₂ pojedinih energenata po kućanstvima

	Obiteljske kuće	VSZ
El. ener. kg CO ²	1189,68	523
Plin kg CO ²	2387,7	1664,94
Drvo kg CO ²	849,21	/
Ukupni kg CO ₂	3253,5	2194,5

Prema podacima iz tablice 23, vidljivo je da prirodni plin ostvaruje najvišu prosječnu emisiju CO₂ po kilogramu među analiziranim energentima za obiteljske kuće i VSZ. Ova činjenica upućuje na značajan doprinos prirodnog plina povećanju emisije ugljikovog dioksida, što predstavlja negativan utjecaj na okoliš i klimatske promjene. Suprotno tome, za obiteljske kuće, ogrjevno drvo pokazuje najniže vrijednosti emisije CO₂ prema promatranim indikatorima.

Tablica 23 Ukupne godišnje prosječne emisija CO₂ prema indikatorima

	Obiteljske kuće	VSZ
El. ener. kg CO ₂ /m ²	6,55	9,16
El. ener. kg CO ₂ /osobi	286,86	231,22
Plin kg CO ₂ /m ²	12,84	25,65
Plin kg CO ₂ /osobi	571,82	649,37
Drvo kg CO ₂ /m ²	5	/
Drvo kg CO ₂ /osobi	203,58	/
Ukupni kg CO ₂ /m ²	17,85	34,92
Ukupni kg CO ₂ /osobi	782,39	882,77

Primarna energija zgrade predstavlja ključni parametar koji se koristi za dokazivanje ispunjavanja minimalnih energetske zahtjeva tijekom projektiranja novih zgrada ili prilikom provođenja značajnih obnova. Također, igra važnu ulogu u određivanju energetskog razreda zgrade tijekom njene energetske certifikacije. Ovaj parametar,

zajedno s investicijskim troškovima, značajno utječe na izbor tehničkih rješenja i izvora energije[17].

Primarna energija je ključni parametar za procjenu energetske svojstava zgrada. Direktiva (EU) 2018/844 Europskog parlamenta i vijeća od 30. svibnja 2018., koja izmjenjuje Direktivu 2010/31/EU o energetskim svojstvima zgrada i Direktivu 2012/27/EU o energetskoj učinkovitosti, naglašava važnost ovog parametra u Točki 1 Priloga: "Energetska svojstva zgrade izražavaju se brojčanim pokazateljem korištenja primarne energije u kWh/(m² god.) u svrhu izdavanja energetskih certifikata i usklađenosti s minimalnim zahtjevima energetskih svojstava" [18]. Kod izračunavanje primarne energije koristila se ista metoda izračuna kao i za CO₂, s time da je potrošnja pojedinih energenata pomnožena s faktorima primarne energije prikazanim u tablici 24.

Tablica 24 Faktori primarne energije za pojedini energent

	Faktor primarne energ. [-]
Električna energija	1,614
Plin	1,095
Drvo	1

Prema dostupnim podacima iz korištenih izvora, prosječna ukupna primarna energija u obiteljskim kućama iznosi 11 tis. kWh od čega 50,4% otpada na primarnu energiju drva. Uspoređujući stanje obiteljskih kuća s višestambenim zgradama, nailazi se na znatno bitnije razlike. Naime, strukturu ukupne primarne energije u VSZ čini 69,6% primarne energije plina, 30,4% primarne električne energije. Sukladno zabilježenim podacima, prosječna primarna energija po m² u obiteljskim kućama iznosi 185,26, odnosno 7 tis. po osobi nastanjenoj u kućanstvu. Analizirajući rezultate višestambenih zgrada primarna energija po kvadratnom metru iznosi 190. Detaljniji podaci kretanja prosječne primarne energije zabilježeni su u tablici 25.

Tablica 25 Ukupna prosječna primarna energija prema indikatorima

	Obiteljske kuće	VSZ
Prim. elek. ener. /m ²	44,99	62,94
Prim. elek. ener. /osobi	1971,76	1589,3
Prim. energ. plina /m ²	63,85	127,55
Prim. energ. plina /osobi	2743,39	3229,15
Prim. energ. drva /m ²	172,09	/
Prim. energ. drva /osobi	6998,14	/
Ukupna prim. energ. /m ²	185,26	190,90
Ukupna prim. energ. /osobi	7782,19	7782,19

7 ZAKLJUČAK

Preliminarni energetska pregled obiteljske kuće izuzetno je važan jer omogućava uvid u potrošnju energenata i poduzimanje mjera za njihovo smanjenje. U ovom istraživanju analizirano je 100 kućanstava kako bi se dobila detaljna analiza potrošnje energije u kontinentalnom dijelu Hrvatske, s posebnim naglaskom na emisiju ugljikovog dioksida i dobivanje primarne energije za određene indikatore.

U kućanstvima koja koriste ogrjevno drvo kao energent za grijanje i pripremu potrošne tople vode (PTV), evidentirana je 60% veća potrošnja po kvadratnom metru u usporedbi s kućanstvima koja koriste prirodnog plina. Ova pojava može se pripisati činjenici da je ogrjevno drvo značajno jeftinije, a mnoga kućanstva posjeduju vlastite šume, čime eliminiraju financijske troškove za grijanje. Zbog toga ta kućanstva nemaju izrazitu potrebu štedjeti energiju. Faktor emisije CO₂ za prirodni plin je viši u usporedbi s faktorom emisije za ogrjevno drvo, što dovodi do toga da su emisije CO₂ po kvadratnom metru za kućanstva koja koriste prirodni plin u ovom istraživanju u prosjeku 61% veće nego emisije generirane korištenjem ogrjevnog drva. Promatrajući emisije prema indikatorima vidljivo je da su emisije prirodnog plina po metru kvadratnom veće za 49% u odnosu na el. energiju.

Prema rezultatima vidljiva je razlika u potrošnji energije određenih energenata između izoliranih i neizoliranih kućanstava, međutim nisu značajne razlike. Premda u ovom istraživanju 69% kućanstva ima toplinsku izolaciju, od ukupne potrošnje energije u njima se troši 47%. Obiteljske kuće u prosjeku bilježe 17% višu potrošnju toplinske energije po metru kvadratnom u usporedbi s višestambenim zgradama (VSZ), dok se kod potrošnje električne energije primjećuje suprotan trend, gdje višestambene zgrade troše 28% više električne energije po metru kvadratnom u odnosu na obiteljske kuće. Primarna energija za višestambene zgrade gotovo nulte energije na kontinentalnoj Hrvatskoj trebala bi iznositi između 51 i 75 kWh/m² [20], a u ovome radu prosječna primarna energija za VSZ iznosi 185, 26 kWh/m² što znači da je prosječna vrijednost premašena za 70% u odnosu na ciljanu razinu.

Izuzetno je važno uključiti kućanstva niskog energetskeg razreda, koja su i dalje brojna u Republici Hrvatskoj, u programe koji nude financijske potpore za energetske obnovu. Budući da se oko 40% ukupne energije troši u zgradama, potrebno je poticati smanjenje te potrošnje kako bi se umanjio utjecaj na klimatske promjene ili ga barem održalo na razini koja omogućava život na Zemlji. Neke od ključnih strategija za dekarbonizaciju su energetske obnove starih zgrada, zelene površine i krovovi, korištenje recikliranih materijala, decentraliziranje energetske sustava i proizvodnja energije na mjestu potrošnje, kontinuirano gospodarenje energijom te edukacija korisnika.

8 LITERATURA

- [1] Ministarstvo gospodarstva i unutarnje uređena, „Smjernice za uštedu energije u Republici Hrvatskoj“ 2022.
- [2] „REPUBLIKA HRVATSKA Ministarstvo gospodarstva - Sektor zgradarstva ima veliki potencijal za energetske uštede“. <https://mingo.gov.hr/vijesti/sektor-zgradarstva-ima-veliki-potencijal-za-energetske-ustede-4295/4295> (accessed June 13, 2024)
- [3] „Europski parlament - Energetska učinkovitost zgrada: doneseni planovi za dekarbonizaciju sektora“. <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/press-room/20240308IPR19003/energetska-ucinkovitost-zgrada-doneseni-planovi-za-dekarbonizaciju-sektora> (accessed June 13, 2024)
- [4] „Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine - „Dugoročna strategija obnove nacionalnog fonda zgrada do 2050. godine. <https://mpgi.gov.hr/print.aspx?id=9055&url=print&page=1> (accessed June 13, 2024)
- [5] „EUROSTAT - Energy consumption in households“ https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_consumption_in_households#Energy_products_used_in_the_residential_sector (accessed June 16, 2024)
- [6] „EUROSTAT - Energy use in households up 6% in 2021“. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/DDN-20230613-1> (accessed June 16, 2024)
- [7] Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine, „Dugoročna strategija obnove nacionalnog fonda zgrada do 2050. godine“.

- [8] Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine, „Program energetske obnove višestambenih zgrada za razdoblje do 2030. godine“.
- [9] Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, „Energija u Hrvatskoj“ 2022.
- [10] „EUROSTAT - Disaggregated final energy consumption in households – quantities“.
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_d_hhq/default/bar?lang=en (accessed July 8, 2024)
- [11] „Odluka o donošenju Izmjena i dopune Programa energetske obnove obiteljskih kuća za razdoblje od 2014. do 2020. godine s detaljnim planom za razdoblje od 2014. do 2016. godine.“ https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_05_57_1146.html (accessed July 8, 2024)
- [12] „Zaključak u vezi s energetsom obnovom obiteljskih kuća i višestambenih zgrada na području Republike Hrvatske“. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023_10_122_1687.html (accessed July 8, 2024)
- [13] Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine, „Metodologija provođenja energetske pregleda zgrada 2017.“
- [14] „Pravilnik o energetske pregledu zgrade i energetske certificiranju“. <https://www.zakon.hr/cms.htm?id=45406> (accessed July 11, 2024)
- [15] „Tehnički propis za prozore i vrata“. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_06_69_1661.html (accessed July 12, 2024)

- [16] „Nacionalni portal energetske učinkovitosti - Vrste sustava grijanja“.
<https://www.enu.hr/gradani/info-edu/grijanje-i-hladenje/vrste-sustava-grijanja/> (accessed July 12, 2024)
- [17] „Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu“.
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_03_25_602.html (accessed August 1, 2024)
- [18] Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine, „ELABORAT: Faktori primarne energije i emisije CO2 za izračun energetskog svojstva zgrada“ 2021.
- [19] „Energetske učinak prozora iz stručnog kuta“.
<https://www.prozorivrata.com/hr/energetska-ucinkovitost-prozora-iz-strucnog-kuta/> (accessed August 8, 2024)
- [20] Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja, „Program poticanja gradnje novih i obnavljanja postojećih zgrada do standarda gotovo nulte energije“ 2018.

Popis slika

Slika 1 Udio potrošnje energije u kućanstvima u EU, 2022.[5]	2
Slika 2 Potrošnja energenata u kućanstvima u EU, 2022. [5]	3
Slika 3 Potrošnja energenata u kućanstvima prema namjeni u EU, 2022. [5]	4
Slika 4 Potrošnja energije u državama članica EU, 2022.[6]	4
Slika 5 Struktura stambenog fonda po korištenju 2011. godine u m ² i postotku [8]	6
Slika 6 Udjeli energetske izvora u ukupnoj potrošnji energije u Hrvatskoj [9]	9
Slika 7 Udjeli sektora u ukupnoj potrošnji energije opće potrošnje [9]	9
Slika 8 Udio goriva za proizvodnju toplinske energije u toplinskim sustavima u 2022. godini [9]	11
Slika 9 Distribucija energetske razreda po $Q_{H,nd}$ po vrstama zgrada [7]	13
Slika 10 Distribucija energetske razreda po E_{prim} po vrstama zgrada [7]	14
Slika 11 Udio toplinske izolacije objekata u preliminarnom pregledu kućanstava	18
Slika 12 Udio centralnog i lokalnog sustava grijanja u kućanstvima	21
Slika 13 Udjeli korištenih energenata za izvor topline u kućanstvima	22
Slika 14 Udio posjedovanja sustava hlađenja	23
Slika 15 Udio povezanih sustava grijanja i PTV-a u kućanstvima	24
Slika 16 Udio primarnih energenata za pripremu PTV prema vrsti stambenog objekta	25
Slika 17 Prosječna godišnja potrošnja isporučene električne i toplinske energije prema broju osoba	27
Slika 18 Prosječna godišnja potrošnja isporučene električne i toplinske energije prema metrima kvadratnim	27
Slika 19 Prosječna potrošnja toplinske energije po m ² izoliranih i neizoliranih stambenih objekata	30

Popis tablica

Tablica 1 Ukupna bruto površina zgrada u RH po namjeni u m ² po godinama [7].....	5
Tablica 2 Udio višestambenih zgrada u stambenom fondu i u ukupnom fondu zgrada u Hrvatskoj, 2019.[8]	6
Tablica 3 Projekcija ukupne površine stambenih zgrada u 2030., 2040. i 2050. godini [7]..	7
Tablica 4 Stambeni fond RH prema godini izgradnje (stambene i nestambene zgrade) [7]	7
Tablica 5 Ukupna potrošnja energije prema energentima [9].....	8
Tablica 6 Potrošnja energije po sektorima opće potrošnje u TJ. [9]	10
Tablica 7 Struktura potrošnje toplinske energije u Hrvatskoj [8].....	11
Tablica 8 Potrošnja energenata za grijanje/ hlađenje i pripremu PTV-a u kućanstvima, 2019. [8].....	12
Tablica 9 Specifična toplinska energija za grijanje prostora [8].....	13
Tablica 10 Podjela VSZ-a i obiteljskih kuća prema županijama	17
Tablica 11 Godina izgradnje VZS-a i obiteljskih kuća	18
Tablica 12 Vrste prozora po stambenim objektima	19
Tablica 13 Ukupni broj vrsta sustava grijanja prema stambenom objektu	21
Tablica 14 Izvori topline za grijanje u VZS i obiteljskim kućama	22
Tablica 15 Broj povezanih i ne povezanih sustava za PTV i grijanje prema kućanstvima .	24
Tablica 16 Ukupni godišnji prosječni utrošak vode i prosječni utrošak prema indikatorima	28
Tablica 17 Ukupna prosječna potrošnja toplinske energije i prosječne vrijednosti indikatora po osobi i m ²	28
Tablica 18 Ukupna prosječna potrošnja prirodnog plina i prosječne vrijednosti indikatora po osobi i m ²	29
Tablica 19 Ukupna prosječna potrošnja ogrjevnog drva i prosječne vrijednosti indikatora po osobi i m ²	29
Tablica 20 Potrošnja drva i plina u izoliranim i neizoliranim kućanstvima.....	31
Tablica 21 Faktori emisije CO ₂ za pojedini energent	32
Tablica 22 Ukupne godišnje prosječne vrijednosti emisija CO ₂ pojedinih energenata po kućanstvima	33
Tablica 23 Ukupne godišnje prosječne emisija CO ₂ prema indikatorima	33
Tablica 24 Faktori primarne energije za pojedini energent.....	34
Tablica 25 Ukupna prosječna primarna energija prema indikatorima.....	35