



Empowered lives.  
Resilient nations.



# STUDIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI CJELOKUPNOG STAMBENOG SEKTORA OPŠTINA MODRIČA





Ova publikacija objavljena je u okviru projekta „Dekarbonizacija u stambenom sektoru Bosne i Hercegovine“ koji finansira Švedska, a realizuje Razvojni program Ujedinjenih nacija (UNDP) u partnerstvu sa domaćim vlastima. Sadržaj ove publikacije, kao i nalazi prikazani u njoj, ne odražavaju nužno stavove Švedske, Razvojnog programa Ujedinjenih nacija (UNDP) niti partnera.



## Informacije o dokumentu

Naslov	Izrada studija energetske efikasnosti stambenog sektora s podacima o 1500 javnih objekata u BiH – LOT 2 Izrada studija energetske efikasnosti cjelokupnog stambenog sektora opštine Modriča	
Klijent	UNDP	
Kontakt osoba klijenta	Siniša Rodić CCM Programme Manager UN House, Zmaja od Bosne bb 71000 Sarajevo Tel: +387 33 293 400 Fax: +387 33 552 330 Email: <a href="mailto:sinisa.rodic@undp.org">sinisa.rodic@undp.org</a> Web: <a href="http://www.ba.undp.org/">http://www.ba.undp.org/</a>	
ENOVA referenca	062/22	Verzija 1
Status	Final	
Vodeći partner	Fethi Silajdžić ENOVA d.o.o. Podgaj 14 71000 Sarajevo Tel: +387 33 279 100 Fax: +387 33 279 108 Email: <a href="mailto:info@enova.ba">info@enova.ba</a>	
Partner	Dragan Ajanović CETEOR d.o.o. Topal Osman Paše 32B 71000 Sarajevo Tel: +387 33 563 580 Fax: +387 33 205 725 Email: <a href="mailto:info@ceteor.ba">info@ceteor.ba</a>  ENOVA je usklađena sa zahtjevima ISO 9001:2008 standarda.	
Pripremio		
Odobrio	FETHI SILAJDŽIĆ	
Potpisao		
Datum	31.03.2023. godine	



# SADRŽAJ

<b>1</b>	<b>UVOD.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>PROJEKTNI ZADATAK .....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIJA I PRISTUP.....</b>	<b>19</b>
3.1	Prikupljanje podataka.....	19
3.1.1	Obilazak objekata .....	19
3.1.2	Podaci dobijeni od korisnika objekata .....	20
3.1.3	Podaci dobijeni obilaskom objekata .....	20
3.2	Obrada podataka .....	21
3.3	Analiza vanjske ovojnice stambenih jedinica.....	22
3.4	Izračun toplotnih potreba i gubitaka .....	26
3.5	Energetski razred objekta.....	26
3.6	Specifične cijene energenata.....	27
3.7	Troškovi energenata .....	29
3.8	Izračun emisija CO <sub>2</sub> .....	29
3.9	Baza podataka .....	31
<b>4</b>	<b>OPŠTINA MODRIČA.....</b>	<b>33</b>
4.1	Klima .....	34
4.2	Stambeni fond .....	35
<b>5</b>	<b>TREKUTNO STANJE .....</b>	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>PREDLOŽENE MJERE ENERGETSKE EFIKASNOSTI .....</b>	<b>43</b>
6.1	Toplotna izolacija vanjske ovojnice .....	46
6.1.1	Vrste toplotno-izolacijskih materijala .....	47
6.1.2	Preporuke pri implementacija mjera na vanjskoj ovojnici.....	49
6.2	Toplotna izolacija vanjskih zidova.....	49
6.3	Toplotna izolacija stropova.....	54
6.4	Toplotna izolacija podova.....	56
6.5	Toplotni mostovi.....	58
6.6	Vanjski prozori i vrata .....	59
6.7	Mjere na sistemu grijanja .....	63
6.8	Pregled predloženih mjera .....	66
<b>7</b>	<b>STANJE NAKON IMPLEMENTACIJE MJERA.....</b>	<b>71</b>
<b>8</b>	<b>EFEKTI IMPLEMENTACIJE MJERA.....</b>	<b>73</b>
<b>9</b>	<b>EKONOMSKA ANALIZA MJERA .....</b>	<b>77</b>
<b>10</b>	<b>PREPORUKE ZA ENERGETSKI MENADŽMENT U DOMAĆINSTVIMA.....</b>	<b>81</b>
10.1	Regulacija unutrašnje temperature .....	81
10.2	Rasvjeta .....	82
10.3	Kućanski aparati.....	83
10.4	Klima uređaji.....	83
10.5	Pregrijavanje prostora .....	84
<b>11</b>	<b>UOČENE PREPREKE .....</b>	<b>85</b>
<b>12</b>	<b>DODATNI PODACI .....</b>	<b>89</b>
<b>13</b>	<b>ZAKLJUČNA RAZMATRANJA .....</b>	<b>93</b>





## POPIS TABELA

Tabela 1:	Objekti obuhvaćeni analizom po tipovima .....	19
Tabela 2:	Sastav i karakteristike tipičnih vanjskih zidova .....	22
Tabela 3:	Sastav i karakteristike tipičnih stropova .....	23
Tabela 4:	Karakteristike tipične vanjske stolarije .....	24
Tabela 5:	Sastav i karakteristike tipičnih podova .....	25
Tabela 6:	Energetski razredi objekata individualnog stanovanja (kuće) .....	27
Tabela 7:	Energetski razredi objekata kolektivnog stanovanja (zgrade) .....	27
Tabela 8:	Cijene energije različitih energenata .....	28
Tabela 9:	Faktori emisije CO <sub>2</sub> različitih energenata .....	30
Tabela 10:	Broj kuća, zgrada i stanovnika po vrstama objekata na području opštine Modriča .....	35
Tabela 11:	Osnovne geometrijske karakteristike stambenog fonda opštine Modriča .....	37
Tabela 12:	Osnovne energetske karakteristike kuća .....	37
Tabela 13:	Osnovne energetske karakteristike zgrada .....	37
Tabela 14:	Osnovne energetske karakteristike stambenih objekata na području opštine Modriča .....	38
Tabela 15:	Osnovni podaci o energentima koji se trenutno koriste za zagrijavanje kuća .....	39
Tabela 16:	Osnovni podaci o energentima koji se trenutno koriste za zagrijavanje zgrada .....	39
Tabela 17:	Osnovni podaci o energentima koji se koriste za zagrijavanje stambenih objekata na području opštine Modriča .....	40
Tabela 18:	Emisija CO <sub>2</sub> za kuće .....	40
Tabela 19:	Emisija CO <sub>2</sub> za zgrade .....	41
Tabela 20:	Emisija CO <sub>2</sub> za stambene objekte na području opštine Modriča .....	41
Tabela 21:	Dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaza toplote prema Pravilniku .....	44
Tabela 22:	Pregled usvojenih jediničnih ulaganja za mjere na ovojnicima .....	66
Tabela 23:	Pregled usvojenih vrijednosti potrebnih ulaganja za mjere na sistemu grijanja .....	66
Tabela 24:	Podaci o investicijama za kuće .....	67
Tabela 25:	Podaci o investicijama za zgrade .....	67
Tabela 26:	Podaci o investicijama za sve stambene objekte na području opštine Modriča .....	68
Tabela 27:	Podaci o investicijama za kuće, zavisno od energenta koji se trenutno koristi .....	69
Tabela 28:	Podaci o investicijama za kuće, zavisno od vrste energenta koji se trenutno koristi .....	69
Tabela 29:	Osnovne energetske karakteristike kuća nakon implementacije mjera .....	71
Tabela 30:	Osnovne energetske karakteristike zgrada nakon implementacije mjera .....	71
Tabela 31:	Osnovne energetske karakteristike stambenih objekata na području opštine Modriča nakon implementacije mjera .....	71
Tabela 32:	Osnovni podaci o energentima koji će se koristiti za zagrijavanje kuća nakon implementacije mjera .....	72
Tabela 33:	Osnovni podaci o energentima koji će se koristiti za zagrijavanje zgrada nakon implementacije mjera .....	72
Tabela 34:	Osnovni podaci o energentima koji će se koristiti za zagrijavanje stambenih objekata nakon implementacije mjera .....	72
Tabela 35:	Emisija CO <sub>2</sub> za kuće nakon implementacije mjera .....	72
Tabela 36:	Emisija CO <sub>2</sub> za zgrade nakon implementacije mjera .....	72
Tabela 37:	Emisija CO <sub>2</sub> za stambene objekte na području opštine Modriča nakon implementacije mjera .....	72
Tabela 38:	Efekti implementacije mjera za kuće .....	73
Tabela 39:	Efekti implementacije mjera za zgrade .....	73
Tabela 40:	Efekti implementacije mjera za stambene objekte na području opštine Modriča .....	74
Tabela 41:	Poređenje indikatora trenutnog stanja i stanja nakon implementacije mjera za kuće .....	74
Tabela 42:	Poređenje indikatora trenutnog stanja i stanja nakon implementacije mjera za zgrade .....	74
Tabela 43:	Poređenje indikatora trenutnog stanja i stanja nakon implementacije mjera za stambene objekte na području opštine Modriča .....	75

Tabela 44:	Poređenje broja kuća po energetskim razredima prije i poslije mjera .....	75
Tabela 45:	Poređenje broja zgrada po energetskim razredima prije i poslije mjera .....	75
Tabela 46:	Poređenje broja stambenih objekata na području opštine Modriča po energetskim razredima prije i poslije mjera .....	75
Tabela 47:	Pretpostavke korištene u finansijskoj analizi scenarija .....	77
Tabela 48:	Pregled potrebnih investicionih ulaganja po mjerama i tipovima objekta .....	77
Tabela 49:	Novčane uštede po tipovima objekta nakon implementacije mjera .....	78
Tabela 50:	Periodi povrata u razmatrane mjere energetske efikasnosti za različite tipove objekata .....	78
Tabela 51:	Osnovni ekonomski indikatori za investiranje u mjere na kućama .....	79
Tabela 52:	Osnovni ekonomski indikatori za investiranje u mjere na zgradama .....	79
Tabela 53:	Osnovni ekonomski indikatori za investiranje u mjere za sve stambene objekte na području opštine Modriča.....	80
Tabela 54:	Temperature i oznake na termostatskim glavama .....	82
Tabela 55:	Unutrašnje projektne temperature i oznake na termostatskim glavama .....	82
Tabela 56:	Prikaz kompatibilnih zamjenskih rasvjetnih tijela u odnosu na sijalice sa žarnom niti .....	82
Tabela 57:	Vijek trajanja različitih rasvjetnih tijela.....	82
Tabela 58:	Mjere za sprječavanje pregrijavanja prostora .....	84
Tabela 59:	Broj domaćinstava prema broju članova .....	89
Tabela 60:	Broj članova domaćinstva prema njegovoj veličini .....	89
Tabela 61:	Broj porodica sa samohranim roditeljima .....	89
Tabela 62:	Broj stanovnika po polovima i starosti .....	90
Tabela 63:	Broj djece i mladih po polovima i starosti .....	90
Tabela 64:	Broj osoba sa poteškoćama .....	90
Tabela 65:	Broj muškaraca i žena za ostale specifične kategorije.....	90

## POPIS SLIKA

Slika 1:	Šematski prikaz različitih tipova objekata, redom SH, TH, MH, AB, AB1 i H .....	20
Slika 2:	Primjeri stambenih objekata sa vanjskim zidovima izvedenim od različitih vrsta materijala ...	23
Slika 3:	Primjeri stambenih objekata sa kombinacijom stropova i krovova .....	23
Slika 4:	Drveni kutijasti prozori (lijevo) i drveni dvokrilni prozor (desno) .....	24
Slika 5:	Drvena stolarija ostakljena sa jednim (lijevo) i dva (desno) stakla .....	24
Slika 6:	PVC stolarija ostakljena sa dva (lijevo) i tri (desno) stakla .....	25
Slika 7:	Otvori od kopelita (lijevo) i čelično-aluminijumski prozori (desno) .....	25
Slika 8:	Izgled certifikata za stambene objekte u Republici Srpskoj .....	27
Slika 9:	Položaj opštine Modriča .....	33
Slika 10:	Naseljena mjesta opštine Modriča .....	34
Slika 11:	Podaci o temperaturama vazduha i padavinama u Modriči .....	34
Slika 12:	Primjeri nabavke i skladištenja ogrjevnog drveta kod kuća .....	35
Slika 13:	Ukupni energetski bilans objekta .....	43
Slika 14:	Položaj toplotne izolacije (s unutrašnje strane konstrukcije, u sredini konstrukcije i s polja) ..	47
Slika 15:	Predstavnicu organskih toplotno-izolacijskih materijala – prirodne i umjetne (tvrde pjene)....	48
Slika 16:	Predstavnicu anorganskih toplotno-izolacijskih materijala .....	48
Slika 17:	Toplotna izolacija sa unutrašnje strane - pravilna izvedba .....	50
Slika 18:	Primjer izvedbe kompaktne fasade sa polistirenom .....	50
Slika 19:	Primjer izvedbe kompaktne fasade sa pločama i lamelama od kamene vune .....	50
Slika 20:	Pravilna izvedba toplotne izolacije vanjskog zida kontaktne fasade .....	51
Slika 21:	„Efekt dimnjaka“, odnosno pojava strujanja vazduha između kontaktnih ploha .....	51
Slika 22:	Pravilno postavljanje toplotne izolacije na vanjski zid .....	52
Slika 23:	Pravilno armiranje prozorskih otvora .....	52
Slika 24:	Temperaturna krivulju za neizolirani i izolirani zid od opeke .....	53
Slika 25:	Pravilna izvedba toplotne izolacije kosog krova i spoja sa zidnom izolacijom .....	54
Slika 26:	Termovizijski snimak izoliranog krova sa unutrašnje (lijevo) i vanjske (desno) strane .....	55
Slika 27:	Pravilna izvedba izolacije stropa prema negrijanom tavanu i spoja sa zidnom izolacijom .....	55
Slika 28:	Pravilna izvedba toplotne izolacije ravnog krova i spoja sa zidnom izolacijom .....	56
Slika 29:	Pravilna izvedba toplotne izolacije poda na tlu u svrhu usporavanja toplotnih gubitaka .....	57
Slika 30:	Šematski prikaz toplotnog toka kroz podove .....	57
Slika 31:	Pravilna izvedba toplotne izolacije stropa prema negrijanom prostoru .....	57
Slika 32:	Primjeri toplotnih mostova kod loše izvedenih sanacija postojećih objekata .....	59
Slika 33:	Karakteristična mjesta toplotnih mostova .....	59
Slika 34:	Karakteristični detalji sprječavanja pojave toplotnih mostova .....	59
Slika 35:	Različite vrste fasadne stolarije (profil i ostakljenje) .....	60
Slika 36:	Ispravno riješeni detalji toplotnih mostova na spoju prozora i konstrukcije objekta .....	60
Slika 37:	Značaj niskoemisionog premaza (Low-e) na staklima .....	61
Slika 38:	Primjer PVC profila sa pet komora, širine 70 mm, sa čeličnim ojačanjima .....	61
Slika 39:	Primjer aluminijskog profila sa prekinutim toplotnim mostom i trostrukim ostakljenjem .....	61
Slika 40:	Primjer aluminijskih vrata sa neprovidnim krilom (panelom) .....	62
Slika 41:	Primjer dobrog brtvljenja prozorskog profila .....	62
Slika 42:	Ispravno prirodno provjetranje prostorija .....	62
Slika 43:	Mehanizam regulatora provjetranja (brtvena zastavica) .....	63
Slika 44:	Primjer izolirane kutije za rolete .....	63
Slika 45:	Šematski prikaz kotla za sagorijevanje peleta .....	64
Slika 46:	Primjeri kotlova za sagorijevanje peleta .....	65
Slika 47:	Termoregulacioni ventili .....	81
Slika 48:	Različiti tipovi LED sijalica .....	83



# 1 UVOD

Stambeni sektor je jasno prepoznat kao najveći potrošač finalne energije. Istodobno je prepoznat i kao sektor s najvećim potencijalom za uštedu energije.

Velikim investicijama u mjere povećanja energetske efikasnosti postojećih stambenih zgrada i upotrebe energije iz obnovljivih izvora bi se ostvarile značajne koristi za cijelu državu. Ovo bi omogućilo siguran put prema stambenom sektoru sa niskom stopom emisije ugljika i značajno doprinijelo smanjenju emisije stakleničkih gasova, na taj način doprinoseći i okolini na globalnom nivou. Takve investicije bi poboljšale uslove života u domaćinstvima, u kojima su većinom žene i djeca, značajno smanjile troškove za energiju i pomogle uštedu novca, te na taj način doprinijele prevazilaženju energetske siromaštva. Ovakve investicije doprinose i energetske nezavisnosti Bosne i Hercegovine i povećanju sigurnost opskrbe energijom, jer vode smanjenju potrošnje energije.

Nažalost, taj izvanredni razvojni potencijal stambenog sektora staje neiskorišten. Ogromne mogućnosti za održivi razvoj velikim ulaganjem u stambeni sektor sa niskom stopom emisije ugljika još uvijek nisu iskorištene zbog različitih razloga. Zainteresovane strane, koje bi trebale nosioci promjena (javna uprava, vlasnici stambenih jedinica i njihova udruženja, upravitelji i privatni sektor) nailaze na brojne finansijske i druge prepreke investiranju u stambeni sektor sa niskom stopom emisije ugljika.

Vlastima nedostaje organizacionog, tehničkog i menadžerskog znanja za razvijanje efikasne politike i regulatornih i finansijskih okvira za provedbu programa energetske efikasnosti u stambenom sektoru pod njihovom nadležnošću. Većina vlasnika stambenih jedinica nema vlastita finansijska sredstva za provedbu mjera na postojećim jedinicama. Mnogi od njih su socijalni slučajevi s niskim ili nikakvim primanjima, drugi su penzioneri s niskim penzijama ili zaposlenici s minimalnim plaćama nedovoljnim da pokriju čak i osnovne troškove njihovih porodica. Vlasnici stanova u stambenim zgradama se suočavaju s dodatnim preprekama, koje se pripisuju nedostatku jasnih mehanizama odlučivanja i složenosti provedbe mjera povećanja energetske efikasnosti na zgradama. Udruženja vlasnika stanova (u Republici Srpskoj) i kompanije za upravljanje zgradama (upravitelji, u Federaciji BiH) imaju ograničene finansijske, organizacijske i tehničke kapacitete i motivaciju da pribave potrebna finansijska sredstva od komercijalnih banaka, pripreme i provedu projekte naknadne ugradnje i osiguraju provjeru poboljšanja energetske učinkovitosti.

Istodobno, uprava nema jasnu sliku o izazovima povezanim sa energijom u stambenom sektoru. Još nisu odredili ukupan broj stambenih jedinica kojima su potrebne mjere povećanja energetske efikasnosti, a nemaju ni informaciju o tome koje vrste energije i koliko energije troše stambeni objekti u trenutnom stanju. Nisu utvrdili obim i cilj radova potrebnih za implementaciju mjera na nivou cijelog stambenog fonda koji se nalazi pod njihovom jurisdikcijom i nisu svjesni različitih društveno-ekonomskih i okolinskih koristi koje ti radovi donose društvu. Iskorištenje punog potencijala za uštedu energije stambenog sektora Bosne i Hercegovine, i posljedično postizanje smanjenja emisije stakleničkih gasova, zasigurno ima visoku cijenu i zahtijeva značajna ulaganja vlasnika stambenih jedinica i drugih uključenih strana. Ta ulaganja se vrlo sporo realizuju, većinom zbog velike količine finansijskih i nefinansijskih prepreka.

Kako bi izgradio temelje i stvorio podlogu za povećavanje ulaganja u stambeni sektor sa niskom stopom emisije ugljika u Bosni i Hercegovini, UNDP provodi projekt koji pruža integralni paket

tehničke, menadžerske, finansijske, informativne i obrazovne pomoći, s ciljem da se obrade rizici i prepreke specifične za ovu zemlju, a u vezi sa investiranjem u povećanje energetske efikasnosti stambenog sektora. Cilj je identifikovati najefikasnije načine za to u kontekstu Bosne i Hercegovine, i tako otvoriti mogućnost ostvarenja većih investicija, i domaćih i inostranih. Ovaj projekt se fokusira na lokalni nivo, direktno se odnoseći na gradove i opštine, kao i kantone u Federaciji i Brčko Distrikt, koji su pokazali političku podršku za investiranje u stambeni sektor koji je na njihovoj teritoriji. Ovaj projekt će pomoći prevazići određeni broj finansijskih i drugih prepreka koje stoje na putu investiranju, te pomoći učesnicima (opštine, gradovi, kantoni i Brčko Distrikt) da kreiraju lokalne okvire za investiranje koji će biti povoljni za vlasnike stambenih jedinica.

## 2 PROJEKTI ZADATAK

Studija ima za cilj da pruži ključne alate koji će nadležnim vlastima omogućiti razvoj i uspostavu efikasne i efektivne politike i mehanizama finansiranja koji će podstaći značajan rast investicija u povećanje energetske efikasnosti stambenog sektora. Glavni cilj obuhvaćen pod stavkom LOT 2 je razviti Studiju energetske efikasnosti cijelog stambenog sektora opštine Modriča, koristeći uzorak od 370 individualnih kuća i 24 stambene zgrade. Pri ovome, individualnom kućom se smatra stambeni objekt sa jednim ili dva stana, a stambenom zgradom stambeni objekt sa tri ili više stanova i više od jednog vlasnika, kao i objekt koji je samostojeći ili je dilatacijom odvojen od ostalih objekata u nizu (u tom slučaju se stambenom zgradom smatra dio koji ima jedan ulaz, a ne cijeli blok objekata u nizu).

Studija će, kroz bazu podataka koja će biti njen prateći dio, za svaku analiziranu stambenu jedinicu sadržavati sljedeće podatke:

### 1 Opšte informacije o jedinici: adresa objekta,

- godina izgradnje objekta,
- broj korisnika.

### 2 Informacije o karakteristikama jedinice:

- površina grijanog dijela objekta,
- zapremina grijanog dijela objekta,
- visina,
- način gradnje (montažni ili klasični),
- spratnost objekta,
- površinama pojedinih dijelova omotača (vanjski zidovi, stropovi i krovovi, podovi i vanjski prozori i vrata),
- sastav omotača objekta (vanjski zidovi, stropovi i podovi),
- vrsta i debljina toplotne izolacije omotača (vanjski zidovi, stropovi i podovi),
- faktor oblika,
- energetska kategorija svakog objekta,
- vrijednosti koeficijenta prenosa toplote za sve dijelove omotača, kao i prosječna vrijednost tog koeficijenta.

### 3 Potrošnja energije za grijanje:

- informaciju o načinu grijanja i energentima koji se koriste,
- godišnju potrebnu finalnu i isporučenu energiju za grijanje objekta u trenutnom stanju (kWh/m<sup>2</sup>god), za referentne i stvarne klimatske uslove,
- vrsta i količina trenutno korištenog energenta za zagrijavanje objekta.

### 4 Finansijski troškovi za nabavku energenata:

- troškove za grijanje objekta u trenutnom stanju.

### 5 Moguće mjere za poboljšanje energetske efikasnosti i stvaranje energetskih ušteda:

- ugradnju toplotne izolacije na vanjskim zidovima (opis mjere, tip i debljina izolacije, površina zidova koje je potrebno izolovati, jedinična i ukupna cijena investicije za implementaciju ove mjere, ušteda energije u kWh i procentima koja bi se postigla implementacijom navedene mjere),
- ugradnja toplotne izolacije stropa na najvišem spratu u objektu (opis mjere, tip i debljina

potrebne izolacije, površina koju je potrebno izolovati, jedinična i ukupna cijena investicije za implementaciju ove mjere, ušteda energije u kWh i procentima koja bi se postigla implementacijom navedene mjere),

- zamjena postojeće fasadne stolarije sa stolarijom koja ima manju toplotnu provodljivost (opis mjere, tip stolarije, potrebni koeficijent toplotne provodljivosti stolarije, ukupna površina stolarije koju je potrebno zamijeniti, jedinična i ukupna cijena investicije za implementaciju ove mjere, ušteda energije u kWh i procentima koja bi se postigla implementacijom navedene mjere),
- instalaciji novog ili rekonstrukcija postojećeg sistema grijanja i kotlova (opis mjere, tehnički indikatori kao što su izračunati kapacitet izvora toplote i ukupni troškovi za implementaciju ove mjere).

## **6 Indikatori ekonomske evaluacije predloženih mjera energetske efikasnosti:**

- iznose ulaganja potrebne za implementaciju predloženih mjera energetske efikasnosti, posebno za:
  - svaku mjeru i za svaki stambeni objekt,
  - sve mjere za svaki stambeni objekt,
  - sve stambene objekte obuhvaćene studijom,
  - opštinu.

## **7 Stanje domaćinstva nakon realizacije predloženih mjera energetske efikasnosti:**

- vrijednost koeficijenta prenosa toplote za sve dijelove omotača objekta, kao i prosječnu vrijednost tog koeficijenta,
- godišnja potrebna finalna i isporučena energija za zagrijavanje objekta (kWh/m<sup>2</sup>god), za referentne i stvarne klimatske uslove,
- energetska kategorija svakog objekta i prosječna kategorija svih objekata koja se dobija nakon implementacije predloženih mjera energetske efikasnosti,
- vrsta i količina potrebnog energenta za zagrijavanje objekta,
- troškovi za grijanje objekata nakon implementacije mjera.

## **8 Emisije CO<sub>2</sub>:**

- emisija CO<sub>2</sub> prema trenutnim energetskim potrebama, za svaki objekt i zbirno,
- emisija CO<sub>2</sub> nakon implementacije predloženih mjera energetske efikasnosti, za svaki objekt i zbirno.

## **9 Potencijal zapošljavanja na implementaciji predloženih mjera energetske efikasnosti:**

- broj radnih mjesta koja se mogu otvoriti kroz implementaciju predloženih mjera, za svaki analizirani objekt i zbirno za sve objekte.

Sve navedene informacije za svaki objekt individualnog i kolektivnog stanovanja će se nalaziti u Excel bazi podataka u kojoj će se moći vršiti rangiranje s obzirom na parametre profitabilnosti mjera energetske efikasnosti.

Narativni dio Studije će se uraditi na osnovu rezultata analiziranih objekata, a biće koncipiran kroz sljedeća poglavlja:

1. Trenutno stanje,
2. Predložene mjere energetske efikasnosti i odgovarajuće investicije,
3. Situacija nakon implementiranja mjera energetske efikasnosti,
4. Efekti implementacije mjera energetske efikasnosti,



5. Ekonomski efekti implementacije mjera energetske efikasnosti,
6. Preporuke za energetske menadžment u domaćinstvima,
7. Zaključna razmatranja i preporuke, uključujući opšte preporuke o mogućim izvorima finansiranja predloženih mjera energetske efikasnosti.

Zbog ograničenja raspoloživih sredstava i vremena za izradu ove Studije s jedne strane, i velikog broja domaćinstava lociranih na velikom geografskom prostoru s druge strane, ovim projektnim zadatkom se ne zahtijeva provođenje detaljnih energetske pregleda na osnovu kojih bi se mogli dobiti tačni podaci za tražene analize. Umjesto toga, potrebno je napraviti takvu metodologiju koja će dati dovoljno pouzdane podatke za izradu operativnih planova za provođenje mjera energetske efikasnosti i određivanje prioriteta za finansiranje tih mjera.



## 3 METODOLOGIJA I PRISTUP

Metodologija za izradu Studije se sastojala od slijedećih koraka koji su poduzeti kako bi se dobili i kvalitetno analizirali svi potrebni podaci zahtijevani projektnim zadatkom:

- faza prikupljanja podataka,
- faza obrade podataka, i
- formiranje baze podataka.

### 3.1 Prikupljanje podataka

Faza prikupljanja podataka se sastojala iz dva dijela koja su se provodila paralelno. Svi potrebni podaci su podijeljeni u dvije grupe, i to podatke koje je moguće dobiti od korisnika objekta i podatke koji se mogu prikupiti isključivo obilaskom objekta.

#### 3.1.1 Obilazak objekata

Za potrebe izrade Studije izvršen je terenski obilazak ukupno 394 objekta individualnog i kolektivnog stanovanja, koji predstavljaju reprezentativni uzorak koji će poslužiti za analizu energetske efikasnosti cijelog stambenog fonda. Sve kuće i zgrade su razvrstane prema Tipologiji stambenih zgrada Bosne i Hercegovine. Prilikom obilaska su uključeni svi dostupni tipovi objekata, a nalazili su se raspoređeni na površini cijelog grada. Tabela 1 daje pregled broja objekata obuhvaćenih terenskim obilaskom (reprezentativni uzorak), odnosno broj objekata koji će biti uključen u analizu, po tipovima u skladu sa važećom tipologijom (na osnovu podataka iz kolone C kartice „Opšti podaci“ u bazi podataka).

Tip	Reprezentativni uzorak
SH	370
TH	0
MH	19
AB	3
AB1	1
H	1
<b>Ukupno</b>	<b>394</b>

Tabela 1: Objekti obuhvaćeni analizom po tipovima

Pri ovome, tipovi objekata koje navodi tabela 1 su:

- Tip SH je slobodnostojeća kuća, objekt individualnog stanovanja s najviše tri etaže i najviše tri stambene jedinice, koji se nalazi na zasebnoj parceli i ne graniči se sa susjednim objektima.
- Tip TH je kuća u nizu, objekt individualnog stanovanja s najviše tri etaže i najviše tri stambene jedinice, koji se nalazi na zasebnoj parceli, u okviru niza objekata i graniči se sa susjednim objektima.
- Tip MH je manja stambena zgrada, slobodnostojeći objekt kolektivnog stanovanja s više od tri etaže i više od tri stambene jedinice i sa najviše dva kućna broja, koji se nalazi na zasebnoj parceli i ne graniči se sa susjednim objektima.

- Tip AB je stambena zgrada u nizu ili gradskom bloku, objekt s više od tri etaže i više od tri stambene jedinice, koji se nalazi u okviru niza objekata u gradskom bloku, odnosno graniči se sa susjednim objektima.
- Tip AB1 je veliki stambeni blok ili stambena lamela, višespratni objekt velike površine osnove, s tri i više kućnih brojeva.
- Tip H je neboder, slobodnostojeći objekt velike spratnosti, s najmanje osam etaža, s najviše dva kućna broja, koji se nalazi na zasebnoj parceli i ne graniči sa susjednim objektima.

Slika 1 daje šematski prikaz različitih tipova objekata koji su obuhvaćeni ovom Studijom.



Slika 1: Šematski prikaz različitih tipova objekata, redom SH, TH, MH, AB, AB1 i H

### 3.1.2 Podaci dobijeni od korisnika objekata

Podaci koji su dobijeni od korisnika objekata se mogu podijeliti u tri cjeline i to:

- opšti podaci o objektu i stanju omotača,
- podaci o sistemu grijanja i energentima,
- dodatni podaci.

Korisnici objekata u većini slučajeva nisu imali problema sa davanjem opštih i građevinskih podataka. Javljale su se samo manje nejasnoće koje su vrlo brzo rješavane. Problemi su se javili kod informacija o sistemu grijanja i energentima. Česta pojava je bilo nepoznavanje materije i davanje pogrešnih podataka, kao i, na primjer, nepoznavanje razlike između individualnog i centralnog sistema grijanja, te običnih i termoregulacionih ventila. Sve navedene nejasnoće su razjašnjene nakon razgovora sa korisnicima i uvida u objekt i njegovo stanje.

U dodatne podatke se mogu svrstati različite informacije koje nisu tipične i predviđene za prikupljanje. Na osnovu njih je dobijeno dosta korisnih informacija u vezi sa pojedinim objektima, prvenstveno o režimu upotrebe i načinu grijanja.

### 3.1.3 Podaci dobijeni obilaskom objekata

Terenski obilazak objekata od strane formiranih timova uključuje fotografisanje objekata i uzimanje osnovnih vanjskih dimenzija (na primjer tlocrt, visina, dimenzije prozora i vrata). Pretpostavka je bila da korisnici već znaju dio građevinskih i arhitektonskih podataka. Ipak, timovi su vodili bilješke koje su korištene za popunu baze podataka tamo gdje korisnik nije imao tražene informacije. Također, podaci o sastavu konstrukcija dobiveni putem upitnika koji su popunjavali korisnici objekata su provjeravani poređenjem sa izgledom objekta i vremenom u kojem je objekt građen.

Na osnovu informacija dobijenih od korisnika, a prilikom obilaska potvrđenih od strane terenskih timova, se vršilo izračunavanje potrebnih površina i zapremina (ukupne, korisne i površina pojedinih dijelova omotača).

## 3.2 Obrada podataka

Prikupljene informacije su se po dospijeću unosile u već pripremljenu Excel bazu podataka. Tokom unošenja u bazu, podaci su se analizirali i provjeravali sa stanovišta:

- kompletnosti podataka, pri čemu se razmatralo jesu li dostavljeni podaci dovoljni za energetske analize svake pojedine stambene jedinice,
- tačnosti i logičnosti dostavljenih podataka, gdje se na bazi iskustva provjeravalo da li su svi dostavljeni podaci logični i da li se neki od njih znatno razlikuje od podataka za stambene jedinice uporedivih karakteristika.

U slučajevima kada ova dva kriterija nisu bila ispunjena, zatraženo je od vlasnika ili korisnika stambene jedinice da ove podatke dopune ili provjere njihovu tačnost. Ukoliko su i dalje postojale sumnje u pouzdanost tih podataka izvršavala se njihova dodatna provjera na lokaciji predmetnih objekata.

Nakon svih provjera, podaci su obrađeni vodeći računa o slijedećem:

- Svi proračuni i analize u ovoj Studiji su izvedeni tako da se kao grijani prostor posmatra ono što je po projektu i namjeni predviđeno da bude grijani prostor, a ne da se za osnovu uzima ono što se trenutno zaista grije. Postoje stambene jedinice kod kojih se koristi samo manji dio prostora, i on se grije, dok je ostatak objekta negrijan, iako je predviđeno da se koristi. To je slučaj, na primjer, kada se grije samo jedna od više prostorija u nekoj kući.
- Prilikom proračuna toplotnih potreba nisu korišteni podaci o mehaničkoj (prisilnoj) ventilaciji i klimatizaciji prostora.
- Proračun je rađen za klimatske podatke za Doboj, kao najbliži grad u istoj klimatskoj zoni (Sjever). Riječ je o srednjim vrijednostima klimatoloških parametara koji imaju trend promjene posljednjih godina i ukazuju na blagu izmjenu klime.
- Unutrašnja temperatura je usvojena prema namjeni objekta, i iznosi 20 °C.
- Isporučena energija je izračunata uzevši u obzir stepene iskorištenja sistema grijanja u trenutnom stanju i stanju nakon implementacije mjera na sistemu grijanja.
- Kompletan model proračuna je usklađen sa EN 12831, Pravilnikom o minimalnim zahtjevima za energetske karakteristike zgrada (broj 15.03-020-660/15 od 09.04.2015. godine) i Pravilnikom o vršenju energetskog pregleda zgrada i izdavanju energetskog certifikata (broj 15.03-020-399/14 od 09.04.2015. godine).
- Prilikom proračuna unutarnjih dobitaka toplotne energije od osoba i uređaja koristila se preporuka od 5 W toplotne snage po m<sup>2</sup> grijane površine.
- Iznos potrebnih investicija za provođenje predloženih građevinskih i mašinskih mjera je izračunat na osnovu procijenjenih trenutnih prosječnih jediničnih cijena na tržištu.
- Obim mašinskih mjera je procijenjen na osnovu stanja utvrđenog prilikom obilaska objekata na terenu, i zavisi od načina grijanja, tipa sistema i vrste energenta koji se trenutno koristi.
- Mašinske mjere (mjere na sistemu grijanja) su predlagane isključivo u kombinaciji sa svim građevinskim mjerama, a nikako odvojeno. Razlog je smanjenje potrebne snage sistema grijanja nakon implementacije građevinskih mjera.
- Analiza mjera energetske efikasnosti i mogućih ušteda je rađena u odnosu na proračunom dobivenu energiju potrebnu za grijanje objekata u trenutnom stanju, a ne u odnosu na stvarno potrošenu energiju.

- U slučaju da objekt ima nedovoljnu toplotnu izolaciju (na primjer 5 cm EPS-a), mjera znači skidanje postojeće izolacije i ugradnju odgovarajuće. Na ovaj način se osigurava da je mjera adekvatno provedena. Zadovoljavajuća stolarija se zadržava, a ostatak se mijenja.
- Za potrebe izračuna svih relevantnih karakteristika cijelog stambenog fonda (toplotne potrebe i uštede, potrebne investicije i emisija zagađujućih materija) prvo su izračunate te karakteristike na nivou objekata koji su bili uključeni u terenski obilazak.
- Za cijene energenata uključenih u ovu analizu korištene su njihove trenutne prosječne tržišne cijene (novembar 2022. godine). Detaljno obrazloženje je dato u poglavlju 3.6.
- Uštede po mjerama predstavljaju razliku između trenutnog stanja i stanja nakon implementacije tih mjera. Ukupna ušteda se odnosi na slučaj da su implementirane sve građevinske i mašinske mjere, što može značiti i zamjenu energenta i povećanje stepena iskorištenja sistema grijanja.
- Potencijal zapošljavanja na implementaciji predloženih mjera energetske efikasnosti je izražen kroz broj radnih mjesta koja se mogu generirati kroz implementaciju predloženih mjera. Na osnovu podataka o do sada realizovanim poslovima, procijenjeno je da se na investiranih 1 milion KM kreira 49 radnih mjesta.

### 3.3 Analiza vanjske ovojnice stambenih jedinica

U sastav vanjske ovojnice objekta ulaze vanjski zidovi, stropovi, vanjski otvori i podovi. Kako Studija obuhvata veliki broj objekata različite namjene koji su građeni u vremenskom rasponu od približno 80 godina, nije moguće detaljno analizirati elemente ovojnice za svaki objekt pojedinačno. Kako bi se rad na Studiji izveo na efikasan način, izvršena je tipizacija objekata prema namjeni i periodu gradnje, i prema tome usvojeni tipični sastavi elemenata ovojnice. Posljedično, i koeficijenti prolaza toplote  $U$  ( $W/m^2K$ ) su imali iste vrijednosti za određene grupe objekata građene u istom periodu. Ovakav pristup se u više ranije provedenih sličnih Studija pokazao dovoljno tačnim, a dodatno je provjeren sa raspoloživom literaturom koja tretira ovu oblast.

**Vanjski zidovi.** Analizom objekata ustanovljeno je da postoji nekoliko osnovnih tipova i debljina zidova koji se javljaju kod objekata obuhvaćenih ovom Studijom. Njihov sastav i  $U$  koeficijente daje tabela 2, a u njoj su navedeni samo zidovi koji nemaju dovoljnu toplotnu izolaciju.

Sastav	$U$ koeficijent ( $W/m^2K$ )
malter 1 cm, porobetonski blokovi 25 cm, malter 2 cm	0,42
malter 2 cm, puna opeka 30 cm, malter 2 cm	1,48
malter 2 cm, puna opeka 60 cm, malter 2 cm	0,93
malter 2 cm, armirani beton 25 cm, malter 2 cm	1,64
malter 2 cm, blok opeka 25 cm, malter 1 cm	1,44
malter 2 cm, betonski blok 18 cm, malter 2 cm	2,31
malter 2 cm, betonski blok 25 cm, malter 2 cm	1,76

Tabela 2: Sastav i karakteristike tipičnih vanjskih zidova

U određenim slučajevima vanjski zidovi objekta su se sastojali iz nekoliko različitih vrsta materijala. Tada se vršila procjena vrijednosti koeficijenta  $U$  prema udjelima pojedinih vrsta zida za svaki objekt pojedinačno. Primjere takvih objekata daje slika 2.



Slika 2: Primjeri stambenih objekata sa vanjskim zidovima izvedenim od različitih vrsta materijala

**Stropovi.** Na objektima se javljaju dvije vrste stropova koji čine dio vanjske ovojnice stambene jedinice, a to su strop kao granica prema vanjskom vazduhu i strop kao granica prema negrijanom tavanu. Prva varijanta je izvedena kao ravni prohodni ili neprohodni krov, ili kao strop potkrovlja koje se koristi kao stambeni prostor (grijano potkrovlje ili mansarda). Ravni krov se javlja kod stambenih jedinica (stanova) koje su na zadnjoj etaži i iznad kojih se nalazi prohodni ili neprohodni krov zgrade i u rijetkim slučajevima kod kuća. Kao pokrov na krovovima se javljaju crijep, pocinčani čelični valoviti lim i ploče salonita, često u kombinaciji. Dio stambenih jedinica ima kao dio vanjske ovojnice strop prema grijanom prostoru, odnosno stambenoj jedinici iznad. Sastav i  $U$  koeficijente tipičnih stropova daje tabela 3.

Sastav	$U$ koeficijent (W/m <sup>2</sup> K)
drvene daske 2 cm, vazdušni prostor 20 cm, drvene daske 2 cm	0,55
cementna košuljica 2 cm, krovna ljepenka 1 cm, termoizolacija 3 cm, AB konstrukcija 12 cm, malter 1 cm	0,97
AB ploča, malter 1 cm	3,32
salonit ploče 1 cm, drvene letve 5 cm, drvena konstrukcija, termoizolacija 5 cm, drvene daske 2 cm, malter 1 cm	0,68
hidroizolacija 1 cm, nagibni beton 8 cm, AB konstrukcija 15 cm, malter 2 cm	2,78

Tabela 3: Sastav i karakteristike tipičnih stropova

Kod nekih objekata se javlja kombinacija različitih vrsta stropova i krovova. Radi pojednostavljenja, u tim slučajevima kao vrsta stropa je uzimana ona za koju je procijenjeno da je zastupljenija i uticajnija. Primjere kombinacije različitih vrsta stropova daje slika 3.



Slika 3: Primjeri stambenih objekata sa kombinacijom stropova i krovova



**Vanjski otvori.** Na stambenim jedinicama i objektima obuhvaćenim ovom Studijom je ugrađena različita stolarija, a vrsta zavisi od perioda izgradnje, vremena obnove ili rekonstrukcije. Određeni broj objekata već ima ugrađenu zadovoljavajuću stolariju (PVC okviri sa pet ili sedam komora i ostakljenje sa dva ili tri stakla). Manji dijelovi nekih objekata su izvedeni staklenim prizmama, uglavnom radi estetskih razloga. Tabela 4 daje pregled karakteristika tipične vanjske stolarije koja se javlja na stambenim jedinicama obuhvaćenim ovom Studijom, a vrijednost  $U$  koeficijenta je izračunata za svaki objekt pojedinačno, bazirano na udjelima različitih vrsta otvora.

Sastav	$U$ koeficijent (W/m <sup>2</sup> K)
drveni kutijasti prozori i drveni prozori sa dva odvojena krila, krila ostakljena sa po jednim staklom	3,50
drveni prozor, ostakljen jednim staklom	4,50
drveni prozor ostakljen sa dva razdvojena stakla	3,00
drveni prozor, ostakljen sa dva stakla	2,85
PVC prozor sa petokomornim profilom, ostakljen sa dva stakla	1,60
PVC prozor sa sedmocomornim profilom, ostakljen sa tri stakla i punjenjem argonom, jedan ili dva low-E premaza	1,00
aluminijски prozor bez prekida toplotnog mosta, ostakljen sa dva stakla	2,20
staklene prizme	2,20

Tabela 4: Karakteristike tipične vanjske stolarije

Postoji svega nekoliko objekata na kojima se javlja specifična stolarija, malih površina, a detalji o tome su navedeni u bazi podataka. Slika 4 do slika 7 prikazuju tipične prozore



Slika 4: Drveni kutijasti prozori (lijevo) i drveni dvokrilni prozor (desno)



Slika 5: Drvena stolarija ostakljena sa jednim (lijevo) i dva (desno) stakla





Slika 6: PVC stolarija ostakljena sa dva (lijevo) i tri (desno) stakla



Slika 7: Otvori od kopelita (lijevo) i čelično-aluminijumski prozori (desno)

**Podovi.** Kao i kod ostalih elemenata vanjske ovojnice, postoje razlike u sastavu podova koji se pojavljuju u objektima obuhvaćenim ovom Studijom, što je posljedica različitih perioda gradnje i različite namjene objekata. Postoje tri glavna tipa poda, i to pod na tlu i pod nad negrijanim prostorom, koji su zastupljeni većinom kod individualnih stambenih jedinica, te pod nad grijanim (poslovnim) prostorom, koji je zastupljen većinom kod jedinica u kolektivnom smještaju. Prema podacima dobijenim od korisnika, nekoliko jedinica novije gradnje ima toplotnu izolaciju podova (XPS ili EPS ploče), dok je većina jedinica bez nje. Sastav podova je konstruktivno veoma sličan kod svih objekata, a sastoji se od betonske ili AB ploče na sloju šljunka ili nabijene zemlje, dok je završna obloga prilagođena namjeni prostora. Zbog ograničenog obima Studije, nisu uzete u obzir razlike u završnim oblogama, već samo u osnovnoj konstrukciji.

Tabela 5 daje pregled sastava i karakteristika tipičnih podova koji se javljaju kod analiziranih objekata. Mali broj jedinica ima specifične detalje malih površina, poput podova i stepeništa nad vanjskim vazduhom, i takvi podovi nisu posebno analizirani u okviru Studije, već je njihova termoizolacija razmatrana kao dio toplotne izolacije vanjskih zidova.

Sastav	$U$ koeficijent (W/m <sup>2</sup> K)
drvene daske 2 cm, betonska ploča 10 cm, šljunak	2,14
keramičke pločice 1 cm, betonska ploča 5 cm, šljunak	4,74
parket 2 cm, betonska ploča 12 cm, šljunak	2,89
parket 2 cm, cementni estrih 3 cm, termoizolacija 3 cm, AB konstrukcija 12 cm, malter 1 cm, šljunak	0,75

Tabela 5: Sastav i karakteristike tipičnih podova

U slučaju da je pod nad vazduhom, koeficijent  $U$  je utvrđivan na isti način kao i kod zidova, u zavisnosti od sastava poda i postojanja toplotne izolacije.

### 3.4 Izračun toplotnih potreba i gubitaka

Proračun toplotnih potreba se bazira na algoritmu koji je definisan Pravilnikom o minimalnim zahtjevima za energetske karakteristike zgrada, koje je donijelo Ministarstvo za prostorno uređenje, građevinarstvo i ekologiju Republike Srpske u aprilu 2015. godine. Za izračun su korišteni i prilozi Pravilnika koji sadrže detalje o koeficijentima prolaza toplote i specifične detalje. Pravilnik se bazira na nizu međunarodnih (EN i ISO) standarda sa kojima je u potpunosti usklađen. Radi obimnosti datog Pravilnika i svih detalja koje obuhvata, ovdje je data samo uputa na njega, kako bi se smanjio obim Studije i njen sadržaj učinio preglednijim.

Uštede po pojedinim građevinskim mjerama su izračunate kao razlika toplotnih potreba prije i poslije implementacije te mjere.

Uštede koje se ostvaruju mjerom na sistemu grijanja su izračunate na osnovu razlike stepena iskorištenja sistema grijanja prije i poslije implementacije mjere, uzevši pri tome u obzir i toplotne potrebe objekta.

Emisije CO<sub>2</sub> su izračunate prema algoritmu i ulaznim podacima koje daje Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada (Službeni glasnik RS, broj 61/2011).

### 3.5 Energetski razred objekta

Svakoj stambenoj jedinici obuhvaćenoj Studijom je utvrđen energetski razred za trenutno stanje i stanje nakon implementacije svih predloženih građevinsko-arhitektonskih mjera povećanja energetske efikasnosti. Način definisanja razreda daje Pravilnik o minimalnim zahtjevima za energetske karakteristike zgrada, a oni su utvrđeni na osnovu metodologije BAS EN 15217, identificiranih referentnih zgrada prema namjeni i u skladu sa sveobuhvatnim ažuriranim klimatskim podacima.

Klasifikacija objekta u energetski razred se vrši na osnovu relativne vrijednosti specifične godišnje potrebne toplotne energije  $Q''_{H,nd,rel}$ , koja predstavlja odnos specifične godišnje potrebne toplotne energije za referentne klimatske podatke  $Q''_{H,nd,ref}$  i dopuštene specifične godišnje potrebne toplotne energije  $Q''_{H,nd,dop}$ .

$$Q''_{H,nd,rel} = \frac{Q''_{H,nd,ref}}{Q''_{H,nd,dop}} \cdot 100\%$$

Vrijednosti  $Q''_{H,nd,ref}$  se dobijaju proračunom prema algoritmu definisanom u Pravilniku i njegovim priložima, dok su vrijednosti  $Q''_{H,nd,dop}$  definisane navedenim Pravilnikom, i zavise od klimatske zone (u ovoj Studiji svi objekti su Zona sjever). Klimatski podaci se uzimaju za predmetnu opštinu i njenu mjernu stanicu, a ako to nije moguće, onda za geografski i po nadmorskoj visini najbližu mjernu stanicu. Pored toga, vrijednosti  $Q''_{H,nd,dop}$  zavisi od namjene objekta i faktora oblika zgrade. Faktor oblika zgrade je odnos površine omotača grijanog dijela objekta (vanjski zidovi, stropovi, vanjski otvori i podovi) i bruto zapremine grijanog dijela objekta.

Objekti se rangiraju u kategorije prema relativnoj vrijednosti specifične godišnje potrebne toplotne energije za grijanje  $Q''_{H,nd,rel}$  koja se izražava u procentima, ili prema specifičnoj godišnjoj potrebnoj toplotnoj energiji, koja se izražava u kWh po jedinici površine. Pri ovome je A+ najpovoljnija kategorija sa aspekta potrošnje toplotne energije, a G najnepovoljnija.

Energetske razrede za objekte individualnog stanovanja daje tabela 6, a kolektivnog tabela 7.

Energetski razred	$Q''_{H,nd,rel}$ (%)	$Q''_{H,nd,rel}$ (kWh/m <sup>2</sup> god)
A+	≤15	≤10
A	≤25	≤17
B	≤50	≤33
C	≤100	≤65
D	≤150	≤98
E	≤200	≤130
F	≤250	≤163
G	>250	>163

Tabela 6: Energetski razredi objekata individualnog stanovanja (kuće)

Energetski razred	$Q''_{H,nd,rel}$ (%)	$Q''_{H,nd,rel}$ (kWh/m <sup>2</sup> god)
A+	≤15	≤9
A	≤25	≤15
B	≤50	≤30
C	≤100	≤60
D	≤150	≤90
E	≤200	≤120
F	≤250	≤150
G	>250	>150

Tabela 7: Energetski razredi objekata kolektivnog stanovanja (zgrade)

Primjer izgleda energetskog certifikata stambene zgrade daje slika 8.

The image shows a digital form for an energy certificate. At the top, it says 'Energetski certifikat stambene zgrade'. Below this, there are input fields for 'Зграда' (Building) with checkboxes for 'kuća' (house) and 'kolektivna' (collective), and a 'Fotozgrada zgrade' field. A list of fields includes: 'Врста зграде/ врсте зграде', 'К.ч./к.д.', 'Адреса', 'Мјесто', 'Власник, Инвеститор или корисник', 'Извођач', and 'Год. изградње'. The middle section is 'Енергетска класа зграде' (Energy class of the building), showing a color-coded scale from A+ (dark green) to G (red) with corresponding  $Q''$  values in % and kWh/m<sup>2</sup>god. The bottom section is divided into 'Подаци о згради' (Building data) with fields for area (A, U, L, N) and 'Сертификат издао' (Certificate issued) with fields for issuer name, date, and signature.

Slika 8: Izgled certifikata za stambene objekte u Republici Srpskoj

### 3.6 Specifične cijene energenata

Za izračun troškova energenata i energije za grijanje i rasvjetu su korištene cijene aktuelne u vrijeme izrade Studije (novembar 2022. godine). Pregled korištenih cijena daje tabela 8. Pri ovome je uzeto da je gustina ogrjevnog drveta 798 kg/m<sup>3</sup>, i da 1 m<sup>3</sup> drveta odgovara 1,43 prostornih metara (1 prostorni metar je jednak 0,70 m<sup>3</sup>). Objašnjenje načina formiranja cijena je dato u nastavku.

Energent	Cijena (uključen PDV)	Donja toplotna moć	Cijena energije (KM/kWh)
Električna energija	0,2100 KM/kWh	-	0,2100
Lako lož ulje	2,80 KM/l	9,66 kWh/l	0,2899
Ogrjevno drvo	190,00 KM/prm	1.400,00 kWh/prm	0,1214
Pelet	561,60 KM/t	4,50 kWh/kg	0,1248
Ugalj	190,00 KM/t	4,72 kWh/kg	0,0402
Prirodni gas	1,33 KM/Sm <sup>3</sup>	9,47 kWh/Sm <sup>3</sup>	0,1405

Tabela 8: Cijene energije različitih energenata

**Daljinsko grijanje.** U Modriči trenutno ne postoji sistem daljinskog grijanja.

**Prirodni gas.** U Modriči trenutno nije dostupan prirodni gas kao energent za zagrijavanje stambenih objekata.

**Električna energija.** U dijelu stambenih jedinica se koristi kao energent za grijanje u prelaznim periodima, kada se još uvijek ne isplati koristiti glavni sistem grijanja. S obzirom da je došlo do značajnog poskupljenja svih energenata, u određenom broju stanova u stambenim zgradama se trenutno koristi kao glavni energent, a grijna tijela su konvektori ili klima uređaji. Zabilježeno je da se nekoliko objekata grije upotrebom toplotnih pumpi. Ovom Studijom je obuhvaćen veliki broj objekata istih tarifnih grupa, koji za obračun koriste iste tarifne elemente. Uvidom u račune (tamo gdje je bilo moguće), kao i u razgovoru sa korisnicima stambenih jedinica, ustanovljeno je da manji broj korisnika koristi jednotarifni sistem, dok većina koristi dvotarifni. Cijena električne energije koju daje tabela 8 je utvrđena kao prosječna cijena uzimajući u obzir navedeno.

**Ogrjevno drvo.** Ogrjevno drvo koje se koristi se dobija uglavnom od bukve i graba, odnosno vrsta koje spadaju u tvrde lišćare. Njegova nabavka se često vrši na sivom ili crnom tržištu, a distribuciju na sebe preuzimaju dobavljači ili kupci, zavisno od slučaja do slučaja. U nekim slučajevima se nabavlja iscijepano, a negdje u obliku trupaca, kada kupac organizuje njegovu sječu i cijepanje. Troškovi transporta mogu značajno uticati na konačnu cijenu energije, i ovo je uzeto u obzir prilikom izračuna cijene koju daje tabela 8. Drvo se skladišti u objektima (podrumski prostor kuće ili zgrade) ili pored objekata, u posebnim skloništima ili pomoćnim objektima. U nekim slučajevima je drvo složeno pored kuće i bez odgovarajuće zaštite, što ga izlaže kvašenju i značajno smanjuje toplotnu moć, te samim time i efikasnost grijanja.

**Ugalj.** U određenom broju stambenih jedinica se kao glavni energent koristi ugalj različitih tipova, uglavnom u kotlovima koji su dio sistema centralnog grijanja. U nekim domaćinstvima se koristi kao sporedni energent, u malim količinama i najčešće u kombinaciji sa ogrjevnim drvetom. Uglavnom je u pitanju mrki ugalj, različite granulacije (grah do kocke), što zavisi od vrste, snage i održavanja kotla ili peći i načina loženja. Način nabavke je sličan ogrjevnom drvetu, pri čemu mu se cijena mu se formira na tržištu, i značajno varira od dobavljača do dobavljača. Kao i kod ogrjevnog drveta, na konačnu cijenu energije značajno utiču troškovi transporta.

**Pelet.** Ovaj energent trenutno koristi određeni broj objekata, uglavnom potpuno renoviranih. U pravilu je predlagan kao alternativno ekološki prihvatljivo gorivo. Njegova deklarirana toplotna vrijednost je 5,00 kWh/kg, mada se u praksi pokazalo da se ona rijetko dostiže i da je realna 4,50 kWh/kg što je i korišteno u proračunima u Studiji. Cijena mu je podložna značajnim promjenama koje se javljaju kao posljedica kretanja na tržištu, a zabilježene su i cijene od preko 1.000 KM/t. Vlada Republike Srpske je na sjednici održanoj 03.11.2022. godine donijela Odluku o privremenoj mjeri za ograničenje visine cijene peleta (Službeni glasnik RS, broj 108/22), kojom je njegova cijena ograničena na maksimalno 561,60 KM/t. Stoga je za cijenu peleta uzeta upravo ova

cijena, jer je to maksimalna legalna tržišna u trenutku izrade Studije. Kao i kod ogrjevnog drveta, na cijenu mogu uticati i troškovi transporta (taj aspekt nije obuhvaćen Odlukom).

### 3.7 Troškovi energenata

Troškovi energenata se u Studiji koriste za procjenu isplativosti investiranja u određene mjere energetske efikasnosti. Kao osnova se uzima trenutno stanje objekta i potrebna finalna energija u trenutnom stanju, te energenti koji se trenutno troše, njihovi udjeli i cijene. Tako se mogu izračunati ukupni troškovi energenata prije implementacije mjera.

$$C_{\text{prije}}^{\text{grijanje}} = \sum Q_i \cdot c_i$$

Ovdje su  $Q_i$  toplote dobijene različitim energentima, a  $c_i$  specifične cijene toplote različitih energenata.

Za troškove energenta nakon implementacije mjera energetske efikasnosti se uzimaju toplotne potrebe u takvom stanju i cijena energenta koji će se koristiti nakon implementacije mjera.

$$C_{\text{EE}}^{\text{grijanje}} = Q_{\text{EE}} \cdot c_{\text{EE}}$$

Ovdje su  $Q_{\text{EE}}$  toplotne potrebe nakon implementacije mjera energetske efikasnosti, a  $c_{\text{EE}}$  specifična cijena energenta koji će se koristiti nakon implementacije mjera.

Tako se novčana ušteda postignuta mjerama može izračunati kao razlika troškova.

$$U^{\text{grijanje}} = C_{\text{prije}}^{\text{grijanje}} - C_{\text{EE}}^{\text{grijanje}}$$

Pri ovome je važno napomenuti da se smatra da će nakon implementacije mjera sva toplotna energija biti osigurana upotrebom jednog energenta, odnosno da se neće koristiti električna energija za dogrijavanje objekta.

### 3.8 Izračun emisija CO<sub>2</sub>

Emisija je izbacivanje određenih materija iz izvora u atmosferu koje u određenim koncentracijama mogu biti štetne za ljude, biljke i životinje, te dobra stvorena prirodnim putem i radom čovjeka. Ove materije se, stoga, nazivaju zagađujuće materije. Emisije se mogu podijeliti na prirodne i emisije antropogenog porijekla. Prirodne emisije nastaju emitovanjem materija od strane živih bića (disanje), truljenjem, kao i iz drugih prirodnih procesa (eolske erozije, šumski požari). Emisije antropogenog porijekla nastaju u:

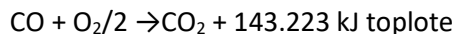
- energetskim objektima, npr. emisije nastale sagorijevanjem goriva za potrebe grijanja,
- industrijskim postrojenjima, npr. emisije nastale iz tehnoloških procesa,
- stambenom sektoru, npr. emisije nastale sagorijevanjem goriva u svrhu grijanja, kuhanja i pripreme potrošne tople vode u domaćinstvima, i
- saobraćaju.

Ugljen dioksid ili CO<sub>2</sub> je nezapaljivi bezbojni gas, koji ima 1,5 puta veću gustinu od vazduha. Prirodni je sastojak atmosfere u koncentraciji od 0,04%. Ima bitnu ulogu u kruženju ugljika u prirodi. Nije reaktivan, ali pridonosi tzv. efektu staklenika. Otopljen u vodi ima značajke slabe kiseline. Nastaje potpunim sagorijevanjem ugljika pri dovoljnoj količini kisika.

Oksidacija ugljika je opisana jednačinom stehiometrijskog sagorijevanja:



Ugljen dioksid nastaje i sagorijevanjem ugljen monoksida, kao što je opisano jednačinom:



Okolo 90% ugljen dioksida dopijeva u atmosferu kao posljedica ljudskih aktivnosti zbog sagorijevanja fosilnih goriva u različitim djelatnostima (proizvodnja električne energije, saobraćaj, zagrijavanje objekata, proizvodnja cementa, željeza), a tek 10% iz prirodnih izvora (požari, vulkanske aktivnosti, raspadanje organske tvari i respiracija biljaka i životinja). U volumnoj koncentraciji od 1% izaziva ubrzano disanje, a pri 5% izaziva glavobolju, ošamućenost i umor. Pri koncentraciji od 10% može izazvati u pojedinim slučajevima smrt gušenjem, što se rijetko događa jer pri nižim koncentracijama ljudi provjetravaju prostorije. S aspekta okoline CO<sub>2</sub> je štetan jer apsorbira i emitira infracrveno zračenje, onemogućavajući širenje toplote u Svemir, te od svih zagađivača, najviše utiče na klimatske promjene. Specifična emisija ugljen dioksida proporcionalna je sadržaju ugljika u gorivu. Gotovo sav ugljik iz goriva pri sagorijevanju oksidira u ugljen dioksid. Pri pretpostavci da nema produkata nepotpunog sagorijevanja, te da nema gubitaka uslijed propadanja goriva i nesagorjelog u pepelu, sav ugljik iz goriva bi oksidirao u ugljen dioksid. Međutim, ti gubici, u većoj ili manjoj mjeri, postoje kod svakog goriva, te su uzeti u obzir pri izračunavanju specifične emisije ugljen dioksida.

Kod sagorijevanja uglja gubici uslijed propadanja goriva i uslijed nesagorjelog u pepelu su najznačajniji, dok su kod tečnih goriva zanemarivo mali. Nepotpuno sagorijevanje se može javiti kod svih vrsta goriva, u zavisnosti od viška vazduha u ložištu. Ovi gubici također zavise i od vrste ložišta. Za određivanje specifične emisije ugljen dioksida uzeti su u obzir gubici koji nastaju uslijed propadanja goriva, nesagorjelog goriva u pepelu i gubici uslijed nepotpunog sagorijevanja.

Izračun emisija CO<sub>2</sub> je izvršen koristeći faktore (koeficijente) emisije po pojedinim energentima kako ih navodi tabela 9. Iako se u teoriji za upotrebu ogrjevnog drveta, peleta i briketa ne računa emisija CO<sub>2</sub> (koeficijent je 0), jer se smatra da se prilikom sagorijevanja oslobađa samo CO<sub>2</sub> koji je apsorbiran tokom rasta drveta, korišten je navedeni koeficijent zbog udjela električne energije prilikom pogona sistema centralnog grijanja i potencijalnih nečistoća tokom sagorijevanja.

Energent	Faktor emisije (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Ekstra lako i lako loživo ulje	0,263974
Srednje i teško lož ulje	0,275735
Ukapljeni plin (LNG)	0,202095
Kameni ugalj	0,333749
Mrki ugalj	0,338923
Lignit	0,357034
Prirodni gas	0,200950
Ogrjevno drvo, pelet, briket	0,002000
Električna energija	0,744600

Tabela 9: Faktori emisije CO<sub>2</sub> različitih energenata

Smanjenje emisije CO<sub>2</sub> za pojedine građevinske mjere je izračunato koristeći koeficijente koji vrijede za energent koji se trenutno koristi, budući da se zamjena energenta vrši isključivo ukoliko su implementirane sve građevinske mjere. Smanjenje emisije uz zamjenu energenta je izračunato za toplotne potrebe nakon implementacije svih građevinskih mjera i mjera na sistemu grijanja.

### 3.9 Baza podataka

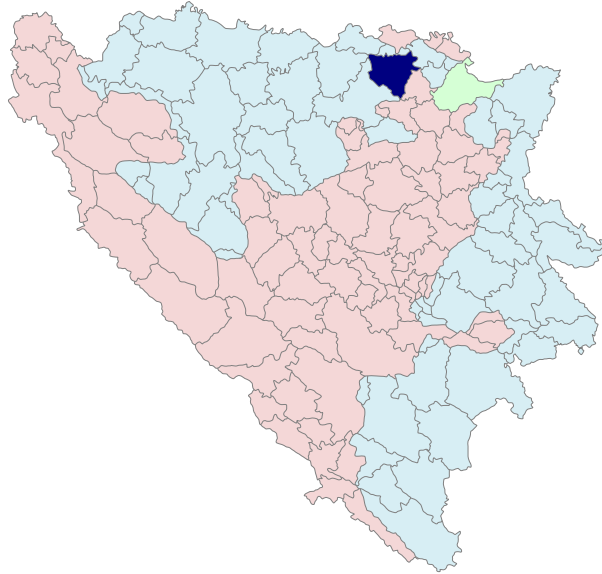
Rezultat Studije, pored narativnog dijela, predstavlja i Excel baza podataka koja sadržava sve navedene informacije i može se pretraživati po različitim kriterijima, kao i po pojedinačnim stambenim jedinicama. Baza omogućava stvaranje izvještaja za svaku jedinicu ili tip jedinice, kao i za sve stambene jedinice zajedno. U bazi su podaci razvrstani na kartice koje se odnose na specifične aspekte analize, kao što su opšti podaci, podaci o energijama, podaci o emisijama i podaci o finansijskim aspektima implementacije mjera.





## 4 OPŠTINA MODRIČA

Opština Modriča se nalazi u Republici Srpskoj, BiH, a sjedište joj je gradsko naselje Modriča. Reljef opštine sastoji se od visije Vučjak (367 m) i Trebave (644 m), od doline rijeke Bosne (103-106 m) i posavske ravnice (90 m nadmorske visine.). Opština zauzima površinu od 326,73 km<sup>2</sup> i ima ukupno 23.416 stanovnika (podatak iz statističkog pregleda „Gradovi i opštine Republike Srpske“ za 2021. godinu, drugo izdanje). Gradsko naselje Modriča zauzima 10,90 km<sup>2</sup> a ima 9.419 stanovnika. Položaj opštine unutar Bosne i Hercegovine prikazuje slika 9.



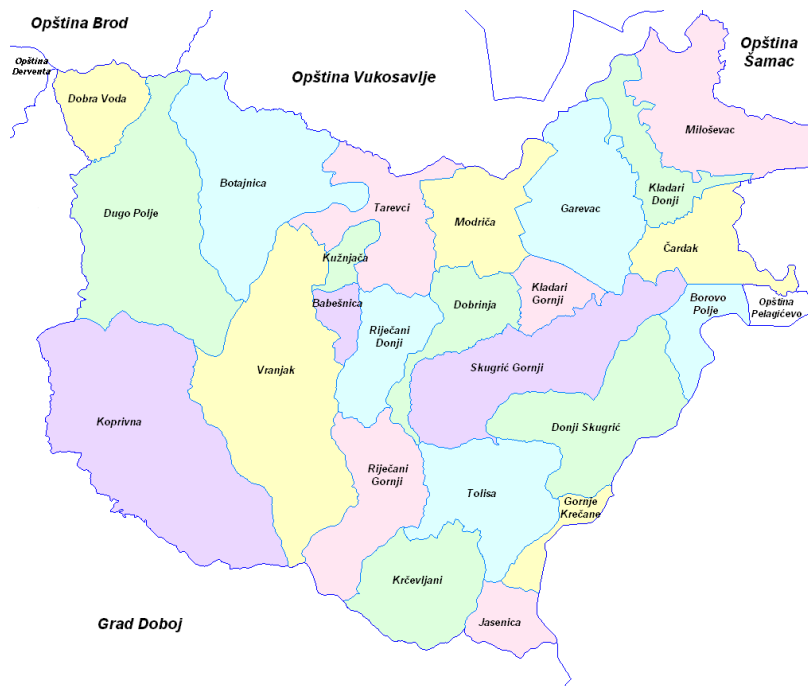
Slika 9: Položaj opštine Modriča

Prvi pisani dokument o Modriči iz 13. vijeka je povelja mađarskog kralja Bele IV u kojoj se Modriča pominje kao vrelo, „...*fons Modricha, ubi cadit in Boznam...*“, ali sve ukazuje na to da se radilo o manjem vodenom toku koji se ulijevao u rijeku Bosnu. Po predanjima, Modriča je ime dobila prema rječici čija je voda bila modra, planinska. Pretpostavlja se da je ta rječica Dusa. Prema drugim kazivanjima područje nosi ime stare slovenske oznake za plavu boju neba i daljina, što se na horizontu više naziru nego vide, modrina / modriča.

Postoje arheološki dokazi o prisustvu čovjeka na prostorima današnje modričke opštine još u paleolitu, starijem kamenom dobu. O tome svjedoče tragovi otkriveni na lokaciji Gradina u selu Dugo Polje iznad doline Bosne. Tragovi prastarih zemljoradnika iz neolita pronađeni su na više mjesta, a između ostalog, i na lokacijama Kulište u Kruškovom Polju, na Ždralovom brdu u selu Kladarima, na lokaciji Prljača, zatim u selima Vranjaku, Kužnjači, Skugriću i Dugom Polju. Na Doborskom brijegu je značajno nalazište sa sedam arheoloških slojeva iz metalnog doba.

Na više mjesta u modričkoj opštini nailazi se i na tragove staroslovenskih naselja. U povelji Kotromanića iz 1324. godine pominje se župa Nenavište u kojoj su naselja Modriča i Jakeš. Oko tvrđave Dobor odvijaju se događaji koji su predznak kraja bosanske državne samostalnosti. To su sukobi sa Mađarima 1393. i 1408. godine i sječa 170 bosanskih boljara na bedemima ove tvrđave. Ovi krajevi su zatim postali surovo ratno krajište u nastupu Turaka, a oni su 1536. godine osvojili Dobar i Modriču. Poslije turskog poraza kod Beča 1683. godine, u sljedeća dva vijeka ovo je granično područje, a to znači zona ratnih sukoba, buna, pustošenja i ekonomske stagnacije. Za vrijeme austrougarske okupacije, Modriča je 1897. godine uvrštena u varoši kakvih je u Bosni i Hercegovini bilo 66.

Danas je stanovništvo raspoređeno u 68 naselja, koja su organizovana u 61 mjesnu zajednicu. Naseljena mjesta Modriče prikazuje slika 10.

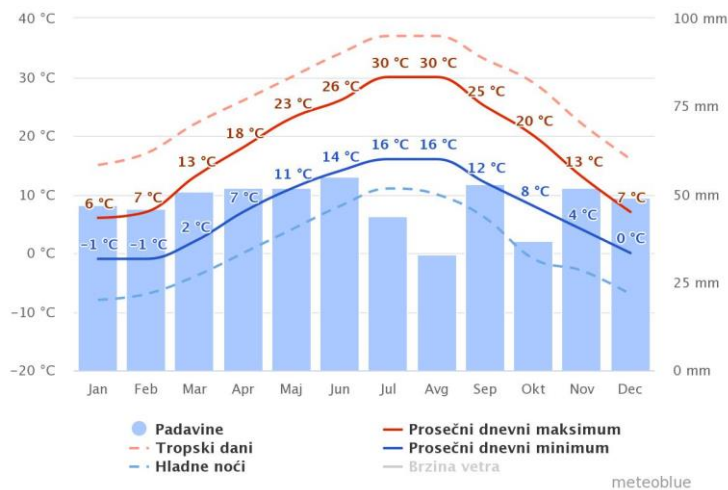


Slika 10: Naseljena mjesta opštine Modriča

## 4.1 Klima

Područje opštine Modriča se odlikuje umjereno-kontinentalnom klimom sa srednjom godišnjom temperaturom vazduha oko 11 °C i godišnjom količinom padavina od 745-907 mm. Ovome doprinose i lokalni uslovi reljefa i mala nadmorska visina. Područje je izloženo čestim sjeverozapadnim i zapadnim prodorima vlažnog atlantskog vazduha koji donosi značajne količine padavina, naročito između maja i jula. Tokom većeg dijela godine, od aprila do oktobra, srednje mjesečne temperature vazduha su veće od 10 °C, dok su ostali mjeseci hladni sa znatno nižim temperaturama. Zime su često oštre, a ljeta umjerena. Prosječna godišnja temperatura vazduha u sjeveroistočno od Modriče se kreće oko 12 °C, a južno i zapadno od Modriče oko 10,8 °C.

Podatke o prosječnim temperaturama i padavinama u Modriči daje slika 11.



Slika 11: Podaci o temperaturama vazduha i padavinama u Modriči

## 4.2 Stambeni fond

Kako se vidi, stambeni fond opštine Modriča se sastoji od pet tipova stambenih objekata, i to SH (slobodnostojeća kuća), MH (manja stambena zgrada), AB (zgrada u nizu), AB1 (veliki stambeni blok) i H (neboder). Neke od kuća su stare oko 100 godina i nalaze se pod zaštitom ili imaju poseban status. Takvi objekti nisu uključeni u terenski obilazak, budući da ih ima malo i da za njihovu obnovu treba specifičan pristup.

Ukupan broj objekata individualnog stanovanja (kuća) je 8.992, a ukupan broj objekata kolektivnog stanovanja (zgrada) je 67. Pregled broja objekata po tipovima i stanovnika koji žive u njima daje tabela 10.

	Broj objekata	Broj stanovnika
Kuće	8.925	19.183
Zgrade	67	4.233
<b>Ukupno</b>	<b>8.992</b>	<b>23.416</b>

Tabela 10: Broj kuća, zgrada i stanovnika po vrstama objekata na području opštine Modriča

Dio kuća se koristi povremeno, tokom sezone godišnjih odmora, kada njihovi vlasnici borave u njima. Tokom ostatka godine su prazne, ne koriste se i ne griju. Dio kuća se koristi kao vikendice, odnosno povremeno, ili se koristi za iznajmljivanje, što znači da postoje velike oscilacije u režimu upotrebe takvih objekata. Manji dio ima ugrađenu potrebnu toplotnu izolaciju zidova i stropova, i to su uglavnom kuće koje se povremeno koriste. Dio kuća nema završenu fasadu, a izvjestan broj ih je napušten i u ruševnom stanju. Kuće su većinom veoma sličnog tipa, oblika i gabarita. Nerijetko se koriste za život dva ili tri međusobno povezana domaćinstva (na primjer roditelji i njihova djeca), i često svaka porodica ima zaseban sprat i ulaz, dok su brojila i sistem grijanja zajednički.

Prizemlje velikog broja kuća smještenih uz glavne saobraćajnice se koristi kao poslovni prostor različitog tipa (pekare, automehaničarske radnje, trgovine različitom robom). Uz neke kuće koje se nalaze na poljoprivrednim dobrima se nalaze pomoćni objekti, kao što su oni za čuvanje žita ili parkiranje poljoprivrednih mašina. Nekada je taj dio spojen sa kućom. U ovakvim slučajevima se u analizi uzimao u obzir isključivo stambeni dio.

Za grijanje kuća se koristi uglavnom sistem koji se bazira na individualnim pećima ugrađenim u pojedinim prostorijama. Takve peći se lože ručno, a režim upotrebe zavisi od potreba i mogućnosti stanara. Kao energent se uglavnom koristi ogrjevno drvo, a rjeđe ugalj. Manji broj kuća ima ugrađen sistem centralnog grijanja koji kao energent najčešće koristi pelet, rjeđe ogrjevno drvo, a još rjeđe ugalj. Ogrjevno drvo se skladišti pored kuća, gdje nije zaštićeno od padavina, ili u posebnim pomoćnim objektima koji su natkriveni, gdje se vrši i njegovo sušenje.



Slika 12: Primjeri nabavke i skladištenja ogrjevnog drveta kod kuća

Nekoliko kuća na području opštine Modriča se grije upotrebom lož ulja, odnosno nafte, i to upotrebom individualnih peći, tzv. naftarica, a nekoliko kuća ima sistem grijanja koji koristi ukapljeni prirodni gas (LNG). S ciljem racionalizacije izrade Studije i s obzirom na ukupan broj kuća koje koriste druge energente, ovih nekoliko specifičnih sistema grijanja nije odvojeno niti uzeto u obzir prilikom analize potrošnje energenata ili predlaganja mašinskih mjera.

Za grijanje u prelaznim periodima i tokom hladnijih ljetnih dana se najviše koristi električna energija, odnosno klima uređaji, konvektori i kaloriferi. Ipak, procijenjeno je da je potrošnja električne energije za potrebe grijanja na nivou cijele opštine zanemariva. Električna energija se koristi i za toplotne pumpe koje se koriste za nekoliko kuća na području cijele opštine.

Stambene zgrade se sastoje od jednog ili dva dijela koji su međusobno odvojeni dilatacijom. Pri tome svaki dio ima svoj ulaz. Dijelovi su posmatrani kao odvojene cjeline, u skladu sa projektnim zadatkom. Najčešće su vanjske ovojnice oba dijela u identičnom stanju, ali postoje slučajevi i kada su stanari jednog ulaza odlučili samoinicijativno ili uz podršku opštine realizovati djelomičnu obnovu. Tako ima zgrada koje su djelomično obnovljene, sa izvedenom toplotnom izolacijom vanjskih zidova ili saniranim i toplotno izolovanim krovom.

Prizemlja zgrada su u velikom broju slučajeva iskorištena kao poslovni prostor, pri čemu je najčešće u pitanju trgovina. Na dijelu zgrada su vršene intervencije stanara u obliku zatvaranja/ustakljivanja balkona, ali ovo nije razmatrano prilikom analize u ovoj Studiji, s obzirom da nije istraživana legalnost takvih izmjena, niti je zatvaranje balkona predviđeno izvornim projektom (poglavlje 3.2). Tek manji broj stambenih zgrada sagrađenih u zadnjih nekoliko godina ima potrebnu toplotnu izolaciju.

Grijanje stanova u zgradama je najčešće individualno, a rjeđe centralno, uz upotrebu peleta, ogrjevnog drveta i, ponekad, uglja. Drvo i ugalj kao energenti je uskladišteni u podrumskim prostorima zgrada, koji nisu pogodni za čuvanje peleta, te se on nabavlja po potrebi i u manjim količinama, te čuva/skladišti u stanovima. Mali dio stanova za grijanje koristi električnu energiju kao glavni energent, iako se u skoro svim stanovima često koristi u prelaznim periodima.

## 5 TRENUTNO STANJE

Trenutno stanje predstavlja osnovu za analizu mogućih mjera koje bi vodile povećanju energetske efikasnosti stambenih objekata opštine Modriča. S obzirom na bitno različite geometrijske karakteristike kuća i zgrada, kao i razlike u broju korisnika, svi podaci su prikazani odvojeno za ove dvije vrste objekata. Dio podataka je prikazan kumulativno, odnosno na nivou svih objekata nekog tipa, dok je veći dio podataka prikazan relativno, odnosno sveden na jedan objekt, jedinicu površine ili pojedinačnog korisnika. Na taj način je olakšano poređenje između različitih tipova objekata, ali i opština/gradova međusobno.

Sve brojke navedene u tabelama na narednim stranama su izračunate na osnovu podataka koji se nalaze u bazi podataka koja prati ovu Studiju. U pravilu, podaci za kuće i zgrade su navedeni odvojeno, a nakon toga je dat pregled na nivou cijele opštine i svih stambenih objekata.

Karakteristika	Kuće	Zgrade	Opština
Ukupna grijana površina (m <sup>2</sup> )	1.735.198,50	102.605,14	1.837.803,64
Ukupna grijana zapremina (m <sup>3</sup> )	4.337.907,48	256.512,29	4.594.419,77
Ukupna površina vanjskih zidova (m <sup>2</sup> )	2.445.749,83	51.226,40	2.496.976,23
Ukupna površina svih vanjskih otvora (m <sup>2</sup> )	460.111,49	27.284,44	487.395,93
Ukupna površina podova (m <sup>2</sup> )	745.997,57	21.671,15	767.668,72
Ukupna površina krovova i stropova (m <sup>2</sup> )	768.377,50	22.321,28	790.698,78
Prosječni koeficijent oblika (m <sup>-1</sup> )	0,71	0,43	0,70

Tabela 11: Osnovne geometrijske karakteristike stambenog fonda opštine Modriča

Ukupna potrebna toplotna energija za grijanje za stvarne klimatske podatke (kWh/god)	320.487.825
Ukupna potrebna toplotna energija za grijanje za referentne klimatske podatke (kWh/god)	364.452.375
Prosječna toplotna energija za grijanje po objektu (kWh/god/objekt, stvarno)	35.909
Prosječna toplotna energija za grijanje po stanaru (kWh/god/stanar, stvarno)	16.707
Potrebna toplotna energija za grijanje za stvarne klimatske podatke (kWh/m <sup>2</sup> god)	184,70
Potrebna toplotna energija za grijanje za referentne klimatske podatke (kWh/m <sup>2</sup> god)	210,03
Prosječna dopuštena energija za grijanje (kWh/m <sup>2</sup> god)	77,53
Odnos prosječne potrebne i dopuštene energije za grijanje (%)	271%
Prosječna energetska klasa	G
Ukupni potrebni kapacitet grijanja pri vanjskoj temperaturi -17 °C (MW)	236,57
Specifični kapacitet grijanja pri vanjskoj temperaturi -17 °C (W/m <sup>2</sup> )	136,34

Tabela 12: Osnovne energetske karakteristike kuća

Ukupna potrebna toplotna energija za grijanje za stvarne klimatske podatke (kWh/god)	7.142.535
Ukupna potrebna toplotna energija za grijanje za referentne klimatske podatke (kWh/god)	8.254.199
Prosječna toplotna energija za grijanje po objektu (kWh/god/objekt, stvarno)	106.605
Prosječna toplotna energija za grijanje po stanu (kWh/god/stan, stvarno)	5.467
Prosječna toplotna energija za grijanje po stanaru (kWh/god/stanar, stvarno)	1.687,47
Potrebna toplotna energija za grijanje za stvarne klimatske podatke (kWh/m <sup>2</sup> god)	69,61
Potrebna toplotna energija za grijanje za referentne klimatske podatke (kWh/m <sup>2</sup> god)	80,45
Prosječna dopuštena energija za grijanje (kWh/m <sup>2</sup> god)	63,14
Odnos prosječne potrebne i dopuštene energije za grijanje (%)	127%
Prosječna energetska klasa	D
Ukupni potrebni kapacitet grijanja pri vanjskoj temperaturi -17 °C (MW)	5,86
Specifični kapacitet grijanja pri vanjskoj temperaturi -17 °C (W/m <sup>2</sup> )	57,12

Tabela 13: Osnovne energetske karakteristike zgrada

Ukupna potrebna toplotna energija za grijanje za stvarne klimatske podatke (kWh/god)	361.622.272
Ukupna potrebna toplotna energija za grijanje za referentne klimatske podatke (kWh/god)	412.301.184
Prosječna toplotna energija za grijanje po objektu (kWh/god/objekt, stvarno)	40.216
Prosječna toplotna energija za grijanje po stanu (kWh/god/stan, stvarno)	35.344
Prosječna toplotna energija za grijanje po stanaru (kWh/god/stanar, stvarno)	15.443
Potrebna toplotna energija za grijanje za stvarne klimatske podatke (kWh/m <sup>2</sup> god)	196,77
Potrebna toplotna energija za grijanje za referentne klimatske podatke (kWh/m <sup>2</sup> god)	224,34
Prosječna dopuštena energija za grijanje (kWh/m <sup>2</sup> god)	77,02
Odnos prosječne potrebne i dopuštene energije za grijanje (%)	291%
Prosječna energetska klasa	G
Ukupni potrebni kapacitet grijanja pri vanjskoj temperaturi -17 °C (MW)	242,44
Specifični kapacitet grijanja pri vanjskoj temperaturi -17 °C (W/m <sup>2</sup> )	131,92

Tabela 14: Osnovne energetske karakteristike stambenih objekata na području opštine Modriča

Ogrjevno drvo	Ukupna količina (prm/god)	191.888,67
	Prosječna količina po objektu (prm/god/kuća)	26,25
	Prosječna količina po stanaru (prm/god/stanar)	12,21
	Prosječna količina po površini (prm/god/m <sup>2</sup> )	0,14
	Prosječna jedinična cijena (KM/prm)	170,00
	Ukupni troškovi (KM/god)	32.621.074,18
	Prosječni troškovi po objektu (KM/god/kuća)	4.463,23
	Prosječni troškovi po stanaru (KM/god/stanar)	2.076,51
	Prosječni troškovi po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	22,96
Ugalj	Ukupna količina (t/god)	3.919,60
	Prosječna količina po objektu (t/god/kuća)	6,77
	Prosječna količina po stanaru (t/god/stanar)	3,15
	Prosječna količina po površini (t/god/m <sup>2</sup> )	0,03
	Prosječna jedinična cijena (KM/t)	190,00
	Ukupni troškovi (KM/god)	744.723,28
	Prosječni troškovi po objektu (KM/god/kuća)	1.286,40
	Prosječni troškovi po stanaru (KM/god/stanar)	598,50
	Prosječni troškovi po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	6,62
Pelet	Ukupna količina (t/god)	252,61
	Prosječna količina po objektu (t/god/kuća)	7,22
	Prosječna količina po stanaru (t/god/stanar)	0,14
	Prosječna količina po površini (t/god/m <sup>2</sup> )	0,00
	Prosječna jedinična cijena (KM/t)	561,60
	Ukupni troškovi (KM/god)	141.868,27
	Prosječni troškovi po objektu (KM/god/kuća)	168,04
	Prosječni troškovi po stanaru (KM/god/stanar)	78,18
	Prosječni troškovi po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	0,86
Električna energija	Ukupna količina (kWh/god)	245.096,00
	Prosječna količina po objektu (kWh/god/kuća)	30.637,00
	Prosječna količina po stanaru (kWh/god/stanar)	590,91
	Prosječna količina po površini (kWh/god/m <sup>2</sup> )	6,53
	Prosječna jedinična cijena (KM/kWh)	0,21
	Ukupni troškovi (KM/god)	51.470,16
	Prosječni troškovi po objektu (KM/god/kuća)	266,72
	Prosječni troškovi po stanaru (KM/god/stanar)	124,09



	Prosječni troškovi po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	1,37
--	---	------

Tabela 15: Osnovni podaci o energentima koji se trenutno koriste za zagrijavanje kuća

Ogrjevno drvo	Ukupna količina (prm/god)	3.763,58
	Prosječna količina po objektu (prm/god/zgrada)	84,26
	Prosječna količina po stanu (prm/god/stan)	4,32
	Prosječna količina po stanaru (prm/god/stanar)	1,33
	Prosječna količina po površini (prm/god/m <sup>2</sup> )	0,06
	Prosječna jedinična cijena (KM/prm)	170,00
	Ukupni troškovi (KM/god)	639.808,84
	Prosječni troškovi po objektu (KM/god/zgrada)	14.324,08
	Prosječna troškovi po stanu (KM/god/stan)	734,57
	Prosječni troškovi po stanaru (KM/god/stanar)	226,74
	Prosječni troškovi po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	9,35
Ugalj	Ukupna količina (t/god)	77,63
	Prosječna količina po objektu (t/god/zgrada)	27,81
	Prosječna količina po stanu (t/god/stan)	1,43
	Prosječna količina po stanaru (t/god/stanar)	0,44
	Prosječna količina po površini (t/god/m <sup>2</sup> )	0,02
	Prosječna jedinična cijena (KM/t)	190,00
	Ukupni troškovi (KM/god)	14.749,32
	Prosječni troškovi po objektu (KM/god/zgrada)	5.283,34
	Prosječna troškovi po stanu (KM/god/stan)	270,94
	Prosječni troškovi po stanaru (KM/god/stanar)	83,63
	Prosječni troškovi po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	3,45
Prirodni gas	Ukupna količina (m <sup>3</sup> /god)	249,36
	Prosječna količina po objektu (m <sup>3</sup> /god/zgrada)	22,33
	Prosječna količina po stanu (m <sup>3</sup> /god/stan)	1,15
	Prosječna količina po stanaru (m <sup>3</sup> /god/stanar)	0,35
	Prosječna količina po površini (m <sup>3</sup> /god/m <sup>2</sup> )	0,01
	Prosječna jedinična cijena (KM/ m <sup>3</sup> )	561,60
	Ukupni troškovi (KM/god)	140.040,08
	Prosječni troškovi po objektu (KM/god/zgrada)	12.540,90
	Prosječna troškovi po stanu (KM/god/stan)	643,12
	Prosječni troškovi po stanaru (KM/god/stanar)	198,51
	Prosječni troškovi po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	8,19
Električna energija	Ukupna količina (kWh/god)	1.832.609,52
	Prosječna količina po objektu (kWh/god/zgrada)	218.819,05
	Prosječna količina po stanu kWh/god/stan)	11.221,49
	Prosječna količina po stanaru (kWh/god/stanar)	3.463,72
	Prosječna količina po površini (kWh/god/m <sup>2</sup> )	142,89
	Prosječna jedinična cijena (KM/kWh)	0,21
	Ukupni troškovi (KM/god)	384.848,00
	Prosječni troškovi po objektu (KM/god/zgrada)	45.952,00
	Prosječna troškovi po stanu (KM/god/stan)	2.356,51
	Prosječni troškovi po stanaru (KM/god/stanar)	727,38
	Prosječni troškovi po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	30,01

Tabela 16: Osnovni podaci o energentima koji se trenutno koriste za zagrijavanje zgrada

Dok prethodne dvije tabele daju podatke o potrošnji energenata i pratećim troškovima odvojeno za kuće i zgrade, sljedeća tabela daje pregled podataka o energentima koji se koriste za zagrijavanje svih stambenih objekata na području cijele opštine Modriča.

Ogrjevno drvo	Ukupna količina (prm/god)	214.454,85
	Prosječna količina po objektu (prm/god/objekat)	29,16
	Prosječna količina po stanaru (prm/god/stanar)	11,57
	Prosječna količina po površini (prm/god/m <sup>2</sup> )	0,14
	Prosječna jedinična cijena (KM/prm)	170,00
	Ukupni troškovi (KM/god)	36.457.324,15
	Prosječni troškovi po objektu (KM/god/objekat)	4.957,81
	Prosječni troškovi po stanaru (KM/god/stanar)	1.967,33
	Prosječni troškovi po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	24,48
Ugalj	Ukupna količina (t/god)	3.926,37
	Prosječna količina po objektu (t/god/objekat)	6,77
	Prosječna količina po stanaru (t/god/stanar)	2,76
	Prosječna količina po površini (t/god/m <sup>2</sup> )	0,03
	Prosječna jedinična cijena (KM/t)	190,00
	Ukupni troškovi (KM/god)	746.009,69
	Prosječni troškovi po objektu (KM/god/objekat)	1.286,40
	Prosječni troškovi po stanaru (KM/god/stanar)	525,11
	Prosječni troškovi po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	6,39
Pelet	Ukupna količina (t/god)	7.499,97
	Prosječna količina po objektu (t/god/objekat)	8,77
	Prosječna količina po stanaru (t/god/stanar)	2,98
	Prosječna količina po površini (t/god/m <sup>2</sup> )	0,04
	Prosječna jedinična cijena (KM/t)	561,60
	Ukupni troškovi (KM/god)	4.211.984,49
	Prosječni troškovi po objektu (KM/god/objekat)	4.923,86
	Prosječni troškovi po stanaru (KM/god/stanar)	1.671,37
	Prosječni troškovi po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	23,24
Električna energija	Ukupna količina (kWh/god)	7.009.728,33
	Prosječna količina po objektu (kWh/god/objekat)	34.814,00
	Prosječna količina po stanaru (kWh/god/stanar)	7.426,65
	Prosječna količina po površini (kWh/god/m <sup>2</sup> )	139,24
	Prosječna jedinična cijena (KM/kWh)	0,21
	Ukupni troškovi (KM/god)	1.472.042,95
	Prosječni troškovi po objektu (KM/god/objekat)	7.310,94
	Prosječni troškovi po stanaru (KM/god/stanar)	1.559,60
	Prosječni troškovi po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	29,24

Tabela 17: Osnovni podaci o energentima koji se koriste za zagrijavanje stambenih objekata na području opštine Modriča

Sljedeće tabele daju pregled emisija CO<sub>2</sub> za trenutno stanje kuća i zgrada, kao i trenutno korišteni način grijanja i energente. Pri ovome, navedene emisije se odnose samo na one koje su posljedica potrošnje energije za grijanje.

Ukupna emisija CO <sub>2</sub> (t/god)	16.868,25
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po objektu (t/god/kuća)	1,89
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po stanaru (t/god/stanar)	0,8793
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po jedinici površine (t/god/m <sup>2</sup> )	0,0097

Tabela 18: Emisija CO<sub>2</sub> za kuće



Ukupna emisija CO <sub>2</sub> (t/god)	609,03
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po objektu (t/god/zgrada)	9,09
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po stanu (t/god/stan)	0,47
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po stanaru (t/god/stanar)	0,1439
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po jedinici površine (t/god/m <sup>2</sup> )	0,0059

Tabela 19: Emisija CO<sub>2</sub> za zgrade

Ukupna emisija CO <sub>2</sub> (t/god)	17.477,28
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po objektu (t/god/kuća)	2,33
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po stanaru (t/god/stanar)	0,7464
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po jedinici površine (t/god/m <sup>2</sup> )	0,0095

Tabela 20: Emisija CO<sub>2</sub> za stambene objekte na području opštine Modriča

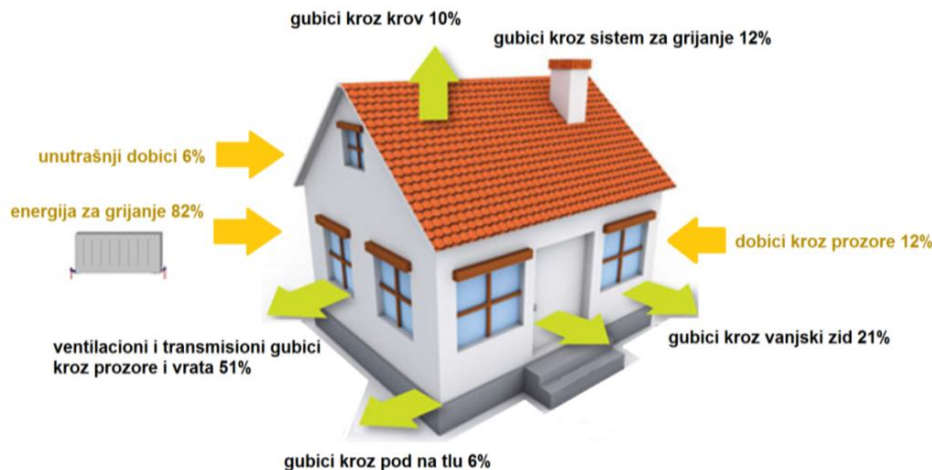


## 6 PREDLOŽENE MJERE ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Optimizacija potrošnje energije i postizanje najbolje moguće iskoristivosti dostupne toplotne energije nije nova ideja. Slično današnjem vremenu, u periodu gradnje prije pojave prvih pravilnika o toplotnoj zaštiti, ljudi su se suočavali s problemom projektovanja objekata koje bi imale zadovoljavajući toplotni komfor. U skladu s dostupnošću materijala i tehnologije, ne poznavajući značaj toplotne izolacije, građeni su objekti koji su prvenstveno zadovoljavali statički proračun; sve do pojave novih materijala poput armiranog-betona koji pruža veće konstruktivne mogućnosti, ali ne i očekivani toplotni komfor prostora. Obzirom da materijal posjeduje veliki koeficijent toplotne provodljivosti, bez adekvatne toplotne zaštite, javljaju se anomalije poput vlage, kondenzata, plijesni na unutrašnjim zidovima sada neuslovnih prostora, koji troše velike količine energije za grijanje i hlađenje u zimskim i ljetnim periodima.

Postoji niz tehničkih mjera i arhitektonsko-građevinskih specifikacija koje treba primijeniti kako bi se dosegno standard energetske efikasnosti objekta. Kao rezultat sve prisutne problematike, svijest o energetske efikasnosti i racionalnoj upotrebi energije dobija na značaju. Građevinska industrija danas je fokusirana na tehničkim rješenjima sprečavanja toplotnih gubitaka kroz ovojnicu objekta, prvenstveno mjerama toplotne izolacije, odabira stolarije i bravarije zadovoljavajućih toplotnih karakteristika i materijalizacije.

Svaki objekt, postojeći ili novoizgrađeni, stambeni ili nestambeni mora zadovoljiti minimalne uslove toplotne zaštite koji određuje toplotni komfor u prostoru; međutim u ranijim periodima gradnje, dobro poznavanje toplotnih karakteristika građevinskih materijala, bio je ključni preduslov postizanja istog.



Slika 13: Ukupni energetski bilans objekta

Uloga struke u implementaciji energetske efikasnosti u zgradarstvu je izuzetno važna, u današnjem kontekstu projektanti moraju postati svjesni svoje odgovornosti kako za ono što rade tako i za ono što su mogli napraviti, a nisu. Pravi moment za energetske efikasnost je faza projektovanja. Pravilnik o minimalnim zahtjevima za energetske karakteristike zgrada je upravo taj koji, između ostalog, donosi minimalno potrebne zahtjeve koji se postavljaju pred nove zgrade i prilikom značajne obnove postojećih zgrada. Naime, ovim Pravilnikom definisani su minimalni zahtjevi za energetske karakteristike zgrada koje treba ispuniti prilikom projektiranja i građenja novih zgrada, značajne obnove postojećih zgrada, te tokom upotrebe postojećih zgrada koje se griju na unutrašnju temperaturu veću od 12 °C, kao i tehničke osobine i drugi zahtjevi za građevinske proizvode koji se ugrađuju u zgradu u svrhu racionalne upotrebe energije i toplotne zaštite.

Pravilnik je integralnog tipa i kao takav propisuje:

- Najveću dopuštenu godišnju potrebnu toplotnu energiju za grijanje po jedinici korisne površine zgrade, odnosno po jedinici zapremine grijanog dijela zgrade. Ista se računa za svaku pojedinu zgradu prema zadatim obrascima, a u zavisnosti od faktora oblika zgrade, namjene i klimatske zone.
- Najveći dopušteni koeficijent transmisijskog toplotnog gubitka po jedinici površine omotača zgrade, i on se računa za svaku pojedinu zgradu prema zadatim obrascima, a u zavisnosti od faktora oblika zgrade, namjene i klimatske zone u kojoj se nalazi.
- Sprječavanje pregrijavanja prostorija zgrade zbog djelovanja sunčevog zračenja tokom ljeta, jer u zgradama koje troše energiju za hlađenje treba ograničiti porast temperature u skladu s namjenom korištenjem odgovarajućih tehničkih rješenja.
- Ograničenje vazdušne propusnosti omotača zgrade, odnosno to da zgrada mora biti projektirana i izgrađena na način da se osigura minimalna izmjena vazduha, prvenstveno zbog higijene i zdravstvenih uslova. Ovo se utvrđuje na osnovu intenziteta upotrebe zgrade (objekta) i u zavisnosti od toga se propisuje potreba za uvođenjem povrata otpadne toplote (rekuperacijom).
- Najveći dopušteni koeficijent prolaska toplote pojedinih građevinskih dijelova omotača zgrade koje nove zgrade kao i postojeće koje se u većoj mjeri renoviraju moraju zadovoljiti daje tabela 21.

Dio vanjskog omotača	U (W/m <sup>2</sup> K)			
	$\theta_i \geq 18\text{ °C}$		$12\text{ °C} < \theta_i < 18\text{ °C}$	
	$\theta_{e,mj,min} > 3\text{ °C}$	$\theta_{e,mj,min} \leq 3\text{ °C}$	$\theta_{e,mj,min} > 3\text{ °C}$	$\theta_{e,mj,min} \leq 3\text{ °C}$
Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, tavanu	0,45	0,30	0,60	0,50
Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi fasade	1,80	1,60	2,80	2,50
Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, plafoni prema tavanu	0,30	0,20	0,50	0,40
Zidovi prema tlu, podovi na tlu	0,50	0,30	0,80	0,65
Vanjska vrata, vrata prema negrijanom stubištu, s neprozirnim vratnim krilom	2,40	2,20	2,90	2,90
Kutije za roletne	0,90	0,90	0,90	0,90
Plafoni između stanova, plafoni između grijanih radnih prostorija	0,90	0,90	1,20	1,20
$\theta_i$ – unutrašnja projektna temperatura grijanja $\theta_{e,mj,min}$ – srednja mjesečna temperatura vanjskog vazduha najhladnijeg mjeseca na lokaciji objekta				

Tabela 21: Dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaza toplote prema Pravilniku

- Smanjenje uticaja toplotnih mostova, jer zgrada koja se grije na unutarnju temperaturu višu od 12 °C, mora biti projektovana i izgrađena tako da uticaji toplotnih mostova budu što manji.
- Najveću dopuštenu kondenzaciju vodene pare unutar građevinskog dijela zgrade, što znači da građevni dijelovi grijane zgrade, koji graniče s vanjskim vazduhom ili negrijanim

prostorijama se projektiraju i izvode na način da se spriječi nastajanje građevinske štete uslijed kondenzacije vodene pare koja difuzijom ulazi u građevni dio.

- Sprječavanje površinske kondenzacije vodene pare, što znači da građevni dijelovi grijane zgrade, koji graniče s vanjskim vazduhom ili negrijanim provjetravanim prostorijama (npr. tavan, garaža) se moraju projektirati i izvesti na način da se spriječi nastajanje uslova za razvoj gljivica i plijesni, odnosno da se spriječi kondenzacija vodene pare na površinama tih dijelova koji su okrenuti prema grijanoj prostoriji.
- Postoji i niz ostalih zahtjeva, među kojima i potreba za provođenjem odvojenog proračuna (što se replicira i na certificiranje) za dio zgrade, ako se on od ostalog dijela zgrade razlikuje u pogledu namjene, vrijednosti unutarnje projektne temperature za više od 4 °C ili u načinu grijanja i njegovog režima.

Većina objekata u BiH nema odgovarajuću toplotnu zaštitu ovojnice, adekvatnu stolariju i bravariju niti energetske efikasne sisteme grijanja, a navedenom problemu se može pridodati i nerazvijena svijest korisnika o potrebi za štednjom energije. Primjenom mjera povećanja energetske efikasnosti na postojećem fondu objekata loših toplotnih karakteristika, naročito onih građenih prije 1980. godine, moguće je postići uštedu u potrošnji toplotne energije od preko 60%. Osim zamjenom prozora, najveće uštede mogu se postići izolacijom vanjskog zida. Dodatna ulaganja u toplotnu izolaciju pri sanaciji već dotrajale fasade, kreću se u ukupnoj cijeni sanacije fasade 20-40 %, što daje povoljne ekonomske rezultate u poređenju sa dugoročnim uštedama koje se postižu. Poboľšanjem toplotno izolacijskih karakteristika objekta moguće je postići smanjenje ukupnih gubitaka toplote objekta prosječno za 30-80 %. Bitnu ulogu u tome imaju svi dijelovi ovojnice objekta, kao što su:

- vanjski zid,
- zid između grijanih prostora različitih korisnika,
- zid prema negrijanom prostoru,
- vanjski zid prema tlu,
- pod na tlu,
- međuspratna konstrukcija koja odvaja prostore različitih korisnika,
- strop prema negrijanom podrumu,
- strop prema negrijanom tavanu,
- ravni i kosi krov iznad grijanog prostora,
- strop iznad vanjskog prostora,
- prozori i vanjska vrata.

Međutim, treba naglasiti da su najveći gubici toplote kroz prozore i vanjski zid, te da se već njihovom sanacijom postižu velike uštede. Sanacija krova iznad grijanog prostora, odnosno stropa zadnje etaže prema negrijanom tavanu, također znatno smanjuje toplotne gubitke. Sanacija poda prema tlu vrlo često nije ekonomski opravdana, zbog relativno malog smanjenja ukupnih toplotnih gubitaka, u odnosu na veliku investiciju koja je potrebna za takvu sanaciju. Sve mjere povećanja energetske efikasnosti se mogu grubo podijeliti u tri kategorije, zavisno od vremena povrata investicije, odnosno roka isplate. Jednostavne mjere povećanja energetske efikasnosti, bez dodatnih troškova, uz trenutne uštede su slijedeće:

- ugasiti grijanje ili hlađenje noću i onda kada niko ne boravi u objektu,
- noću spustiti roletne i navući zavjese,
- izbjegavati zaklanjanje i pokrivanje grijanih tijela zavjesama i maskama,
- vremenski uskladiti grijanje i pripremu tople vode,

- u sezoni grijanja smanjiti sobnu temperaturu za 1 °C,
- u sezoni hlađenja podesiti hlađenje na minimalno 26 °C,
- koristiti prirodno osvjetljenje u što većoj mjeri,
- isključiti rasvjetu u prostoriji kada nije potrebna,
- perilice za veš i posuđe uključivati samo kada su pune.

Mjere povećanja energetske efikasnosti uz male troškove i brzi povrat investicije (do 3 godine) su:

- zabrtviti prozore i vanjska vrata,
- provjeriti i popraviti okove na prozorima i vratima,
- izolirati niše za radijatore i kutije za rolete,
- toplotno izolirati postojeći kosi krov ili strop prema negrijanom tavanu,
- reducirati gubitke toplote kroz prozore ugradnjom roleta, postavom zavjesa i sl.,
- ugraditi termostatske ventile na radijatore,
- redovito servisirati i podešavati sistem grijanja i hlađenja,
- ugraditi automatsku kontrolu i nadzor energetike objekta,
- ugraditi štedne sijalice u rasvjetna tijela,
- zamijeniti potrošače energetske efikasnijima, po mogućnosti energetske klase A.

Mjere za povećanje energetske efikasnosti uz nešto veće troškove i duže razdoblje povrata investicije (više od 3 godine) su sljedeće:

- zamijeniti prozore i vanjska vrata sa boljim toplotnim karakteristikama (preporuka je da  $U$  prozora bude 1,20-1,40 W/m<sup>2</sup>K),
- toplotno izolirati cijelu vanjsku ovojnici objekta, odnosno zidove, podove, krov te plohe prema negrijanim prostorima,
- izgraditi vjetrobran na ulazu u objekt,
- sanirati i obnoviti dimnjak,
- toplotno izolirati cijevi za toplu vodu, kao i spremnik,
- analizirati sistem grijanja i hlađenja u objektu i po potrebi ga zamijeniti energetske efikasnijim sistemom, te ga kombinirati s obnovljivim izvorima energije.

Ove mjere najbolje je izvoditi istovremeno s nužnim mjerama rekonstrukcije. Kod gradnje novih objekata jako je važno već u procesu idejnog projekta predvidjeti mjere energetske efikasnosti uz mogućnost racionalnog korištenja energije.

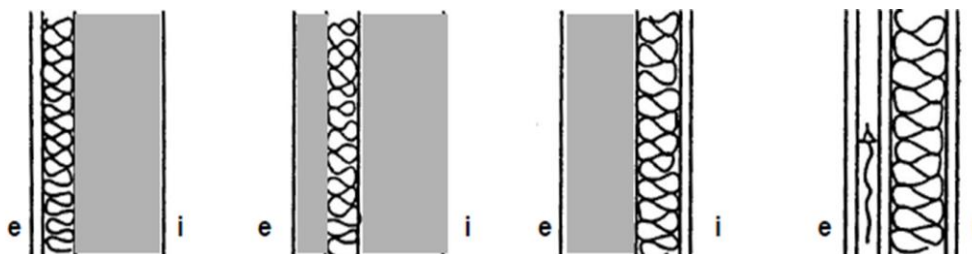
## 6.1 Toplotna izolacija vanjske ovojnice

Brojni su zahtjevi koji se postavljaju pred savremene toplotno-izolacijske materijale od kojih se grade objekti. Neki od njih su:

- visoke toplotno-izolacione osobine,
- čvrstoća, postojanost oblika,
- negorivost, netoksičnost pri gorenju,
- vodoneupojnost - samo ekstrudirani polistiren XPS i pjenasto staklo CG,
- postojanost na starenje, truljenje, vibracije,
- visoka paropropusnost - samo pojedini,
- hemijska neutralnost, okolinska prihvatljivost.

Položaj toplotne izolacije u građevinskom dijelu može biti:

- bliže vanjskoj strani zida,
- unutar konstrukcije,
- bliže unutarnjoj strani,
- u cijeloj debljini građevinskog dijela (poželjno ventilirana fasadna obloga).



Slika 14: Položaj toplotne izolacije (s unutrašnje strane konstrukcije, u sredini konstrukcije i s polja)

### 6.1.1 Vrste toplotno-izolacijskih materijala

Toplotno izolacijske materijale karakterizira dobra toplotno-izolacijska vrijednost već pri malim debljinama, mala gustoća, te mala provodljivost toplote  $\lambda=0,025$  do  $0,050$  W/mK. Dobro poznavanje toplotnih osobina građevinskih materijala jedan je od preduslova za projektovanje energetski efikasnih objekata, o čemu je već bilo govora.

Toplotni gubici kroz građevinske elemente ovise o sastavu elementa, orijentaciji i koeficijentu toplotne provodljivosti. Koeficijent toplotne vodljivosti  $\lambda$  je količina toplote koja prođe u jedinici vremena kroz sloj materijala površine  $1 \text{ m}^2$ , debljine  $1 \text{ m}$  kod razlike temperature od  $1 \text{ K}$ . Vrijednost koeficijenta različita je za različite materijale, a ovisi o gustoći, veličini i povezanosti pora i stanju vlažnosti materijala. Bolja toplotna izolacija postiže se ugradnjom materijala niske toplotne provodljivosti, odnosno visokog toplotnog otpora.

Toplotni otpor materijala povećava se s obzirom na debljinu materijala. Koeficijent prolaska toplote  $U$  je količina toplote koju građevinski elemenat gubi u  $1$  sekundi po  $\text{m}^2$  površine kod razlike temperature od  $1 \text{ K}$ , i izražava se u  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ . Koeficijent  $U$  je bitna karakteristika vanjskog elementa konstrukcije i igra veliku ulogu u analizi ukupnih toplotnih gubitaka, a time i potrošnji energije za grijanje. Što je koeficijent prolaska toplote manji, to je toplotna zaštita objekta bolja.

Pri izboru materijala za toplotnu zaštitu treba osim toplotne provodljivosti uzeti u obzir i druge karakteristike materijala kao što su požarna otpornost, faktor otpora difuziji vodene pare, tlačna tvrdoća, stišljivost, trajnost i otpornost na vlagu. Također je važan i način proizvodnje materijala, te korištenje energije u proizvodnji, ali i cijena.

Na izbor materijala utiče i vrsta konstrukcije u koju se ugrađuje, tako da nije isto radi li se o izolaciji poda, podrumskog zida, nadzemnog zida, ravnog ili kosog krova. Vrste toplotne izolacije prema porijeklu sirovine dijelimo na:

- organski toplotno izolacijski materijali – prirodni i umjetni (tvrde pjene),
- anorganski toplotno izolacijski materijali,
- toplotno izolacijski materijali složenog porijekla (višeslojni).

Najpoznatiji predstavnik anorganskih izolacija su kamena i staklena vuna, organskih materijala ekspanzirani i ekstrudirani polistiren, te poliuretan, odnosno poliuretanska pjena.





Slika 15: Predstavnicu organskih toplotno-izolacijskih materijala – prirodne i umjetne (tvrde pjene)



Slika 16: Predstavnicu anorganskih toplotno-izolacijskih materijala

Kamena i staklena vuna su dobri toplotni izolatori s toplotnom provodljivošću između 0,035 i 0,045 W/mK, što je uvrštava među najbolje toplotne izolatore. To je izolacijski materijal mineralnog porijekla za toplotnu, zvučnu i protupožarnu izolaciju u graditeljstvu, industriji i brodogradnji. Mineralna vuna ima visoku otpornost na požar, paropropusna je i djelimično vodootporna. Otporna je na starenje i raspadanje, te mikroorganizme i insekte. Koristi se u svim vanjskim konstrukcijama za toplotnu zaštitu, te u pregradnim zidovima za zvučnu zaštitu. Jedino mjesto gdje se ne preporučuje ugrađivati je u podrumске zidove.

Osim kamene i staklene vune, na našem tržištu se najviše koristi polistiren ili stiropor. Stiropor je zapravo naziv prvog proizvedenog polistirena u Njemačkoj, 1954. godine. Naziv stiropor postao je sinonim za ekspandirani polistiren (EPS). Zbog dobrih izolacijskih osobina ( $\lambda=0,035-0,040$  W/mK), te niske cijene i jednostavne ugradnje, danas je to jedan od najpopularnijih izolacijskih materijala. Koristi se najviše kao toplotna zaštita, u svim vanjskim konstrukcijama, te kao plivajući pod u podnim međukatnim konstrukcijama. Ima znatno slabije protupožarne osobine od kamene vune, a nije otporan na temperature više od 80 °C. Ekstrudirani polistiren se često koristi za toplotnu zaštitu podrumskih zidova. Ekstrudirani polistiren (XPS) je najčešće obojen u plavo ili ružičasto, za razliku od bijelog ekspandiranog polistirena EPS.

Poliuretanska pjena se također koristi, naročito pri sanacijama krova. Ima izražene toplotno-izolacijske osobine sa  $\lambda=0,020-0,035$  W/mK. Ima dobre osobine otpornosti na vlagu i temperaturne promjene. Međutim, znatno je skuplja od prethodno navedenih materijala, te zbog toga nije u široj primjeni.

Na tržištu se postepeno pojavljuju i drugi izolacijski materijali kao što su celuloza, glina, perlit, vermikulit, trstika, lan, slama i ovčja vuna. Imaju slabije izolacijske osobine, pa su potrebne veće debljine. Ovi se materijali u susjednim zemljama koriste lokalno, prema porijeklu i izvoru sirovine za proizvodnju. Za pravilan izbor materijala, potrebno je poznavati fizikalno-kemijske osobine, te prednosti i mane primjene.



## 6.1.2 Preporuke pri implementacija mjera na vanjskoj ovojnici

Toplotna kvaliteta ovojnice bila je na najnižoj razini u periodu najveće izgradnje objekata, od 1950. do 1975. godine, gdje je u prosjeku posjedovala tri puta lošiju toplotnu izolaciju u odnosu na onu koja se izvodi danas. Primjeri uspješne racionalizacije upotrebe energije kojom se raspolaže poznati su u različitim područjima ljudskog djelovanja i ne samo u sektoru zgradarstva i ogleđaju se kroz energetske menadžment. Razvijanje svijesti o značaju energetske efikasnosti u zgradarstvu je od ključnog značaja.

Implementacija građevinskih mjera u sektoru zgradarstva ogleda se kroz:

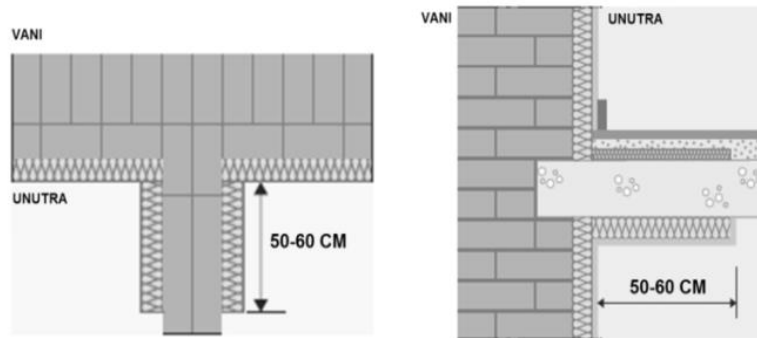
- Kontinuirano postavljanje toplotne izolacije duž čitave ovojnice objekta (vanjski zidovi, podovi, stropovi, tavan, krovovi) i gdje je moguće bez prekida ili sa produživanjem toplotnih mostova, svodeći uticaj toplotnih mostova na minimum. Aspekt izolacije uključuje i postavljanje toplotne izolacije na one dijelove konstrukcije koji odvajaju grijane prostorije od negrijanih (zidovi, podovi, stropovi prema negrijanim podrumima i garažama).
- Pravilnu montažu prozora i vrata (profil treba dijelom preklapati toplotnu izolaciju).
- Ugradnju prozora i vrata zadovoljavajućih toplotnih karakteristika u skladu s važećim propisima).
- Osiguravanje dovoljnog broja izmjene vazduha prilikom prirodne ventilacije prozora i vrata.
- Osiguravanje zaštite od pregrijavanja prostorija zbog sunčevog zračenja u ljetnom periodu.
- Izoliranje kutija za rolete u skladu s važećim propisima i vazdušne propusnosti, kako bi se toplotni gubici sveli na minimum.

Svaki objekt, postojeći ili novoizgrađeni, stambeni ili nestambeni mora zadovoljiti minimalne uslove toplotne zaštite koji nedvojbeno osigurava veću kvalitetu, komfor stanovanja i boravka, duži životni vijek građevine te uštede u potrošnji energenata za grijanje i hlađenje. U ranijim periodima gradnje, kada je toplotna zaštita još uvijek bila nepoznanica, dobro poznavanje toplotnih karakteristika građevinskih materijala, bio je ključni preduslov ostvarivanja toplotnog komfora.

## 6.2 Toplotna izolacija vanjskih zidova

Svaki m<sup>2</sup> toplotno neizoliranog zida „potroši“ za godinu dana onoliko energije koliko jedna sijalica snage 40 W, koja radi 24 sata dnevno, 365 dana u godini. Toplotnu izolaciju vanjskog zida, u pravilu, treba izvoditi dodavanjem novog toplotno-izolacijskog sloja s vanjske strane zida, a iznimno s unutarnje strane zida. Izvedba toplotne izolacije s unutrašnje strane zida, nepovoljna je s građevinsko-fizikalnog gledišta, a često je i skuplja zbog potrebe dodatnog rješavanja problema difuzije vodene pare (prekoračenje graničnih vrijednosti uzrokuje pojavu zarobljene vlage u konstrukciji), strožih zahtjeva u pogledu sigurnosti protiv požara i gubitka korisnog prostora. Ugradnja toplotne izolacije s unutrašnje strane zida je i fizikalno lošija, jer iako se postiže poboljšanje izolacione vrijednosti zida, značajno se mijenja toplotni tok u zidu i osnovni nosivi zid postaje hladniji. Zbog toga posebnu pažnju treba posvetiti izvedbi parne brane kako bi se izbjegla pojava kondenzata i plijesni.

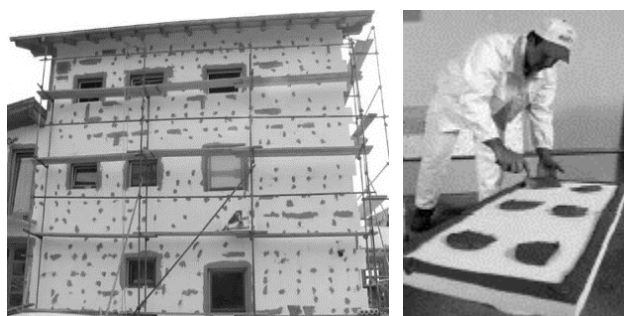
Također, toplotno treba izolirati i dio pregrada koje se spajaju s vanjskim zidom. Sanacija postojećeg vanjskog zida izvedbom izolacije s unutrašnje strane, izvodi se iznimno kod objekata pod zaštitom, kada se žele izbjeći promjene na vanjskoj fasadi objekta zbog njene historijske i ambijentalne vrijednosti.



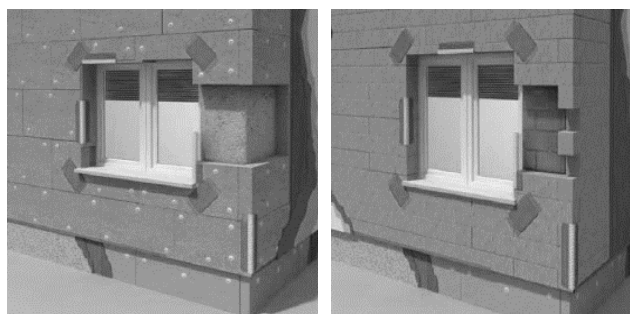
Slika 17: Toplotna izolacija sa unutrašnje strane - pravilna izvedba

Kod izvedbe toplotno-izolacijskog sloja s vanjske strane zida moguća su dva rješenja završnog sloja koji štiti toplotno-izolacijski sloj i ostatak zida od vanjskih atmosferskih utjecaja. Prvo rješenje karakterizira izvedba vanjskog zaštitnog sloja cjelovitim površinskim lijepljenjem na toplotno-izolacijski sloj (tzv. kompaktna fasada). Ovisno o vrsti maltera, kompaktne fasade mogu biti tankoslojne i debeloslojne. Toplotno izolacijski materijal se lijepi za podlogu (kompaktni zid) polimerno-cementnim ljepilom ili se postavlja mehaničkim pričvršćivačima. Ploče ili lamele se postavljaju s horizontalnim pomakom u odnosu na prethodni red, a uglove i otvore je potrebno pažljivo obraditi kao i cjelokupnu vanjsku površinu tako da se nanosi polimerno-cementno ljepilo i utiskuje tekstilno-staklena mrežica (alkalno otporna). Ponovo se zaglađuje polimerno-cementnim ljepilom. Nakon sušenja nanosi se impregnirajući premaz kako bi se ujednačila upojnost površine. Kao završni sloj za tankoslojni sistem koriste se silikatni, silikonski, silikonskosilikatni ili akrilatni završni sloj minimalne debljine zrna 1,5 mm u dva nanošenja.

Kod debeloslojnog sistema koristi se malter mineralnog porijekla debljine 15 mm i završno dekorativni sloj debljine do 5 mm. Potrebno je nanijeti cementni špric kao vezivni sloj između toplotno-izolacijskog materijala i laganog mineralnog maltera. Industrija građevinskih materijala nudi mnogo varijanti cjelovitih sistema ova dva načina toplotne izolacije zidova, pri čemu, za oba rješenja debljina toplotno-izolacijskog sloja ne bi trebala biti manja od 15 cm, čime bi se vrijednost koeficijenta prolaska toplote  $U$  smanjila na približno  $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

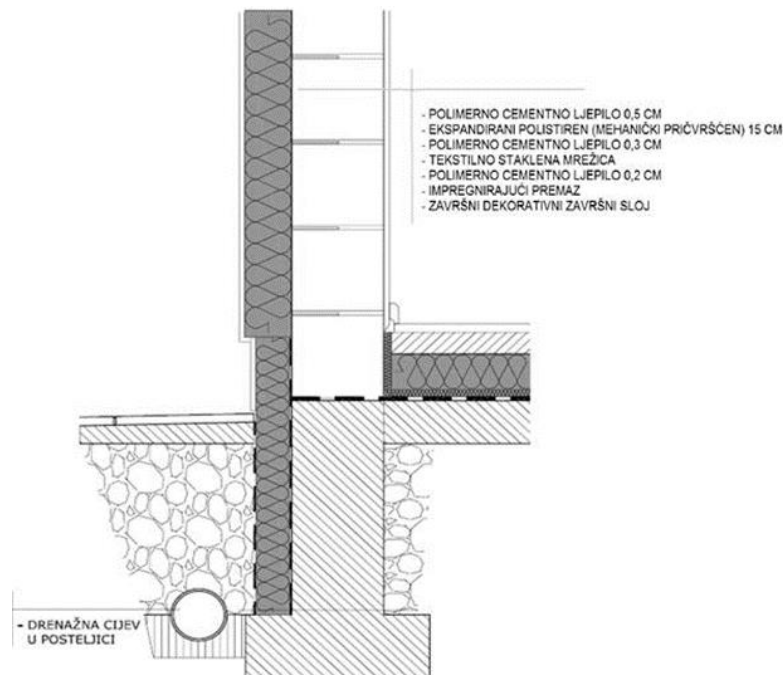


Slika 18: Primjer izvedbe kompaktne fasade sa polistirenom



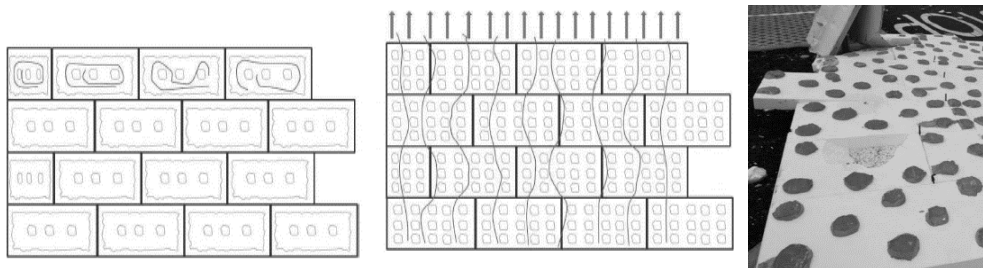
Slika 19: Primjer izvedbe kompaktne fasade sa pločama i lamelama od kamene vune

Kod drugog rješenja zaštitni je sloj u obliku pojedinačnih elemenata učvršćenih na odgovarajuću podkonstrukciju, tako da između zaštitne obloge i sloja toplotne izolacije ostane sloj vazduha koji se ventilira prema vani (tzv. ventilirana fasada). Djelotvorni toplotno-izolacijski sloj završava slojem za provjetravanje kroz koji vazduh treba cirkulirati i isušivati vlagu.



Slika 20: Pravilna izvedba toplotne izolacije vanjskog zida kontaktne fasade

Greške pri izvođenju postupka postavljanja toplotne izolacije na vanjski zid najčešće se odnose na način izvođenja radova, odnosno apliciranja ploča na primarnu konstrukciju. U slučaju pogrešne izvedbe neizbježna je pojava „efekta dimnjaka“, a znači cirkulaciju vazduha između kontaktnih ploha, uz mogućnost obrušavanja fasade (slika 21).

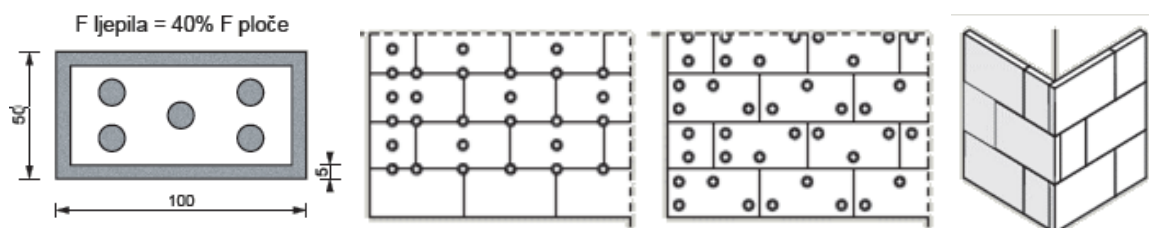


Slika 21: „Efekt dimnjaka“, odnosno pojava strujanja vazduha između kontaktnih ploha

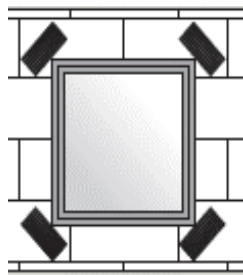
Pravilna izvedba fasade podrazumijeva lijepljenje ploče istovremeno i po obodu i po unutrašnjosti ploče. Širina sloja nanesenog ljepila po obodu ploče treba da iznosi minimalno 5 cm. Po unutrašnjosti ploče se nanose tzv. „pogače“, a njihov broj treba da bude od 3 do 5. Jedino ovakvo lijepljenje fasadne termoizolacione ploče garantuje da se ona neće nakon lijepljenja savijati niti konveksno, niti konkavno. Otprilike 40% površine fasadne termoizolacione ploče treba da bude prekriveno ljepilom. U praksi to često nije slučaj jer izvođači radova štede na količini ljepila, što često dovodi do nekvalitetno obavljenih termoizolacionih radova na fasadi i, naravno, do naknadnog uvećanja troškova investitora.

Tiplovanje ploča je, nezavisno od visine fasadnog zida, obavezno samo kod toplotne sanacije, tj. renoviranja kod ranije postojećih fasada. Kada je u pitanju novogradnja, onda tiplovanje nije neophodno za zidove visine do 8 m. Ipak, s obzirom na prilično neznan udio troškova tiplovanja u

ukupnim troškovima postavljanja fasadne termoizolacije (plastične tiplje nisu skupe), veliki broj izvođača radova vrši tiplovanje ploča u svakom slučaju. Na priloženoj skici (slika 22) se može vidjeti da pravilna „gustina“ postavljenih tiplji iznosi otprilike 6 kom/m<sup>2</sup>. Ploče se nikada ne fiksiraju (lijepe) jedna direktno ispod druge, već uvijek „smaknute“ za polovinu njene širine. Kada su uglovi građevinskog objekta u pitanju, mora se voditi računa da ploče naizmjenično „izlaze“ na ugao objekta iz smjerova upravnih jedan na drugi. Uglovi objekta su kritična mjesta iz tog razloga što su opterećenja izazvana vjetrovima upravo na ovim lokacijama najintenzivnija. Armiranje na uglovima prozorskih otvora je nešto što će svaki kvalitetan izvođač fasadnih termoizolacionih radova učiniti odmah nakon što je postavio termoizolacioni sloj oko prozora. Armaturene mrežice koje se vide na priloženoj skici sprječavaju nastajanje pukotina koje bi inače nastale uslijed temperaturnih i drugih vrsta naprezanja nakon postavljanja termoizolacionog sloja, završnih fasadnih slojeva i izvjesnog vremena eksploatacije građevinskog objekta na kojem su vršeni radovi.



Slika 22: Pravilno postavljanje toplotne izolacije na vanjski zid



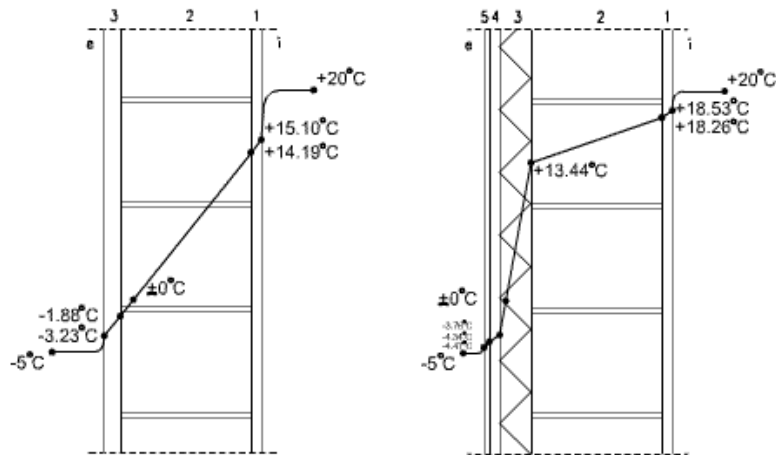
Slika 23: Pravilno armiranje prozorskih otvora

Da bi se zadovoljili tehnički propisi (Pravilnik o minimalnim zahtjevima za energetske karakteristike zgrada), i da bi se osigurali korisni efekti izolacije, a prema najvećim dopuštenim koeficijentima prolaska topline pojedinih građevinskih dijelova omotača zgrade, preporučene debljine su 15 cm za klimatološku regiju Sjever i 10 cm za klimatološku regiju Jug.

Niskoenergetski objekti zahtijevaju minimalno 15 cm, a gotovo nulenergetski objekti najmanje 20 cm izolacije, ovisno o faktoru oblika i orijentacije objekta.

Na primjeru jednog fasadnog/vanjskog zida (slika 24) može se vidjeti koliki je doprinos toplotne izolacije uštedi energije za grijanje, zaštiti građevnog elementa od pregrijavanja, sprječavanju kondenzacije vodene pare, toplotnoj stabilnosti u ljetnom razdoblju i, najvažnije, udobnom i zdravom stanovanju. Primjer vanjskog zida za zadane uslove. Za svaki grijani građevni dio zgrade koji graniči s vanjskim vazduhom, negrijanim ili slabo grijanim prostorima potrebno je izraditi građevinsko-fizikalni proračun prema normama i tehničkim propisima.

Na lijevom je dijagramu prikazan vanjski zid izrađen od šuplje opeke od gline  $d=25$  cm, bez toplotne izolacije, ožbukani s obje strane. Na desnom je dijagramu isti zid s vanjske strane dograđen Povezanim sustavom za vanjsku toplotnu izolaciju (ETICS) na osnovi ekspaniranog polistirena (EPS), debljine 15 cm. Na unutrašnjoj strani vanjskog zida bez toplotne izolacije (dijagram na lijevoj strani – vanjska temperatura  $-5$  °C) u zimskom je razdoblju površinska temperatura ( $15,1$  °C) i niža od temperature vazduha u prostorijama ( $+20$  °C).



Slika 24: Temperaturna krivulju za neizolirani i izolirani zid od opeke

Ohlađen vazduh na zidovima struji od stropa prema podu uzrokujući nelagodu, osjećaj propuha i hladnoće. Do 90% gubitaka toplote ljudskog tijela nastaje zračenjem toplote. Što su razlike temperature između tijela i građevinskih elemenata koje ga okružuju veće, tijelo se brže hladi i ljudi se neugodno osjećaju. Da bi boravak bio ugodniji, prostorije se zagrijevaju na temperature vazduha znatno više od normalnih  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , što značajno povećava potrošnju energenata, ali boravak u prostorijama i nadalje ostaje neudoban, razlike u temperaturama još su veće, kao i sadržaj relativne vlage. Sve to pogoduje, u nepovoljnim mikroklimatskim uslovima, mogućem nastanku površinske kondenzacije. Rješenje je pravilna toplotna izolacija vanjskih građevnih dijelova zgrade što bliže vanjskoj strani, koja omogućuje akumulaciju toplote, odnosno njihovo zagrijavanje i manje razlike u temperaturama između njihovih unutrašnjih površina i vazduha u prostorijama.

Kod toplotno izoliranih vanjskih zidova (dijagram na desnoj strani, sa 15 cm toplotne izolacije, a računate vanjske temperature od  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), površinska temperatura unutrašnje strane zida je viša od  $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a temperatura vazduha za ugodno i zdravo stanovanje u prostorijama ne treba biti viša od  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Temperatura unutrašnje površine zida veća je od temperature rosišta vazduha u prostorijama i na površini zidova se ne stvara kondenzat. Vanjski je zid toplotno izoliran i može održavati potrebnu temperaturu na unutrašnjim površinama tokom cijele godine. Zid je toplotno stabilan.

Toplotna stabilnost znači dobru toplotnu akumulaciju, sposobnost „spremanja toplote“ u masivnom toplotno izoliranom vanjskom građevnom dijelu zgrade. Kada se isključi ili smanji grijanje ili se prostor ohladi (primjerice brzim provjetranjem), tako se akumulirana toplote vraća natrag u prostorije i u kraćem se vremenskom periodu održava gotovo konstantna temperatura u prostorijama putem radijacije/zračenja toplote s unutrašnje strane zagrijanog građevinskog elementa. Akumulacija toplote vanjskih višeslojnih građevnih dijelova zgrade biti će veća što se toplotno izolacijski sloj nalazi bliže vanjskoj negrijanoj strani i što ima veći toplotni otpor, odnosno veću debljinu toplotne izolacije. Zato, kada je to moguće, treba izbjegavati ugradnju toplotne izolacije s unutrašnje strane, jer je sposobnost akumulacije toplote u tom slučaju zanemariva uz mogućnost nastanka toplotnih mostova na sudarima unutrašnjih i vanjskih građevnih elemenata i nastanku kondenzata, prvenstveno na tim mjestima.

Kod neizoliranih zidova, toplota prolazi kroz konstrukciju u atmosferu i značajno povećava potrošnju energenata.

U ljetnom razdoblju unutrašnje površine neizoliranih ili nedovoljno izoliranih vanjskih zidova imaju na južnoj i zapadnoj strani temperaturu višu od  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , posebno u večernjim satima. Često je i temperatura vazduha u prostorijama viša od  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Kod dobro toplotno izoliranih i toplotno

stabilnih vanjskih zidova, površinska je temperatura na unutrašnjoj strani zida 22 °C – 24 °C. Boravak je zdrav i ugodan, a temperatura vazduha u prostorijama, niti kod najvećih vrućina, ne prelazi ljeti ugodnih 24 °C do 25 °C, koliko se preporučuje i u klimatiziranim prostorima.

Toplota se iz prostorija odvodi na toplotno izolirane hladnije masivne zidove. Vazduh u prostorijama tokom dana, a naročito poslijepodne ima višu temperaturu od zidova, koji su izvana toplotno izolirani i zato hladniji od unutrašnjeg vazduha. Zato toplota može prelaziti na zidove i tako „hladiti“ unutrašnje prostore. Noću je prolaz toplote obrnut iz zidova u prostorije, zidovi se hlade, a topliji vazduh kroz otvorene prozore izlazi vani.

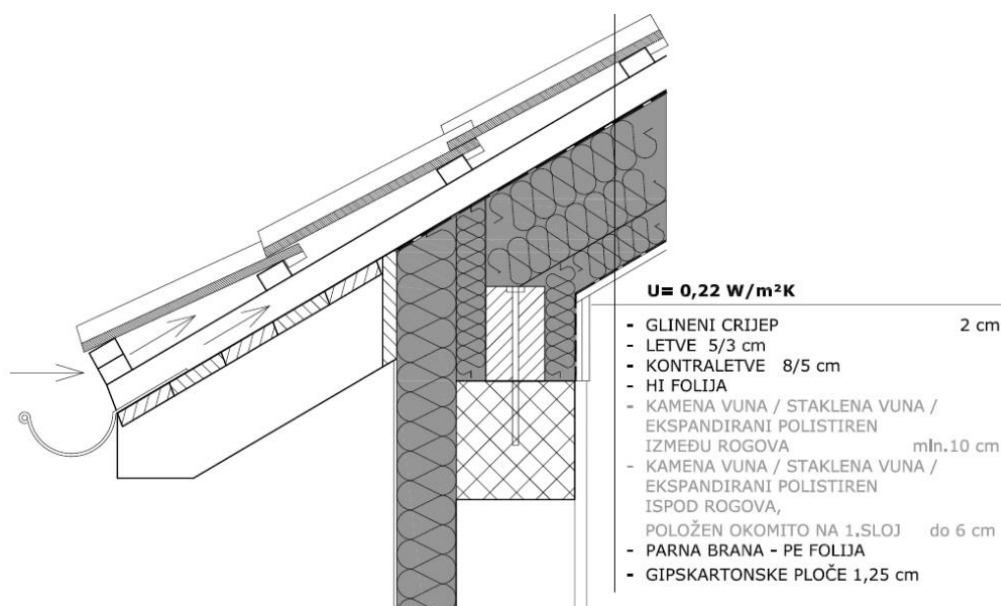
### 6.3 Toplotna izolacija stropova

Iako je udio krova zastupljen sa svega oko 10-20% u ukupnim toplotnim gubicima u objektu, krov ima posebno važnu ulogu u kvalitetu i standardu stanovanja. On štiti objekt od kiše, snijega, hladnoće i vrućine. Najčešći oblik krova na objektima stambenog karaktera je kosi krov. Vrlo često se prostor ispod kosog krova koristi i grije, iako nije adekvatno toplotno izoliran. Kod takvih situacija pojavljuju se veliki toplotni gubici zimi, ali i još veći problem pregrijavanja ljeti. Ako krov nije toplotno izoliran, kroz njega se može gubiti i 30% toplote.

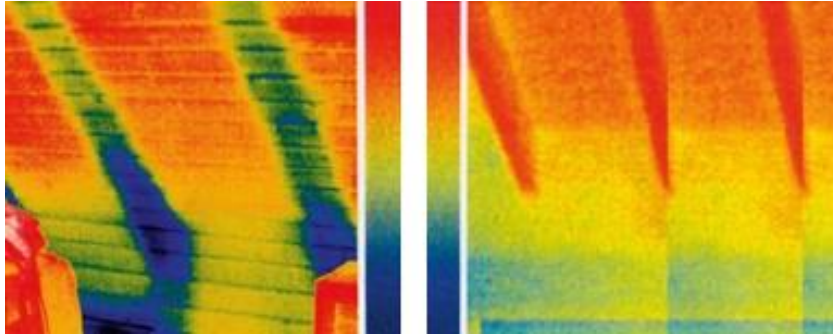
Naknadna toplotna izolacija krova je jednostavna i ekonomski vrlo isplativa, jer je povratno razdoblje investicije od 1 do 5 godina. Za toplotnu izolaciju kosih krovova treba koristiti nezapaljive i paropropusne toplotno-izolacijske materijale, kao što je npr. kamena vuna.

Detalj spoja toplotne izolacije vanjskog zida i krova treba riješiti bez toplotnih mostova. Preporučljiva debljina toplotne izolacije na kosom krovu iznosi najmanje 15-20 cm. Izolaciju treba postaviti u dva sloja; jedan sloj između rogova, a jedan sloj ispod rogova kako bi se spriječili toplotni mostovi. Toplotna izolacija s donje strane najčešće se zatvara gips-kartonskim pločama ili drvetom.

Kod izolacije kosog krova sa vanjske strane, nije potrebno rušiti postojeće unutrašnje obloge, u čemu se ogleda i njegova prednost. Pored toplotne izolacije, kao neizostavne stavke, svaki kosi krov mora osiguravati aspekt provjetravanja konstrukcije, uključiti parnu branu, te krovne folije kako voda i vlaga ne bi mogli naštetiti konstrukciji.



Slika 25: Pravilna izvedba toplotne izolacije kosog krova i spoja sa zidnom izolacijom

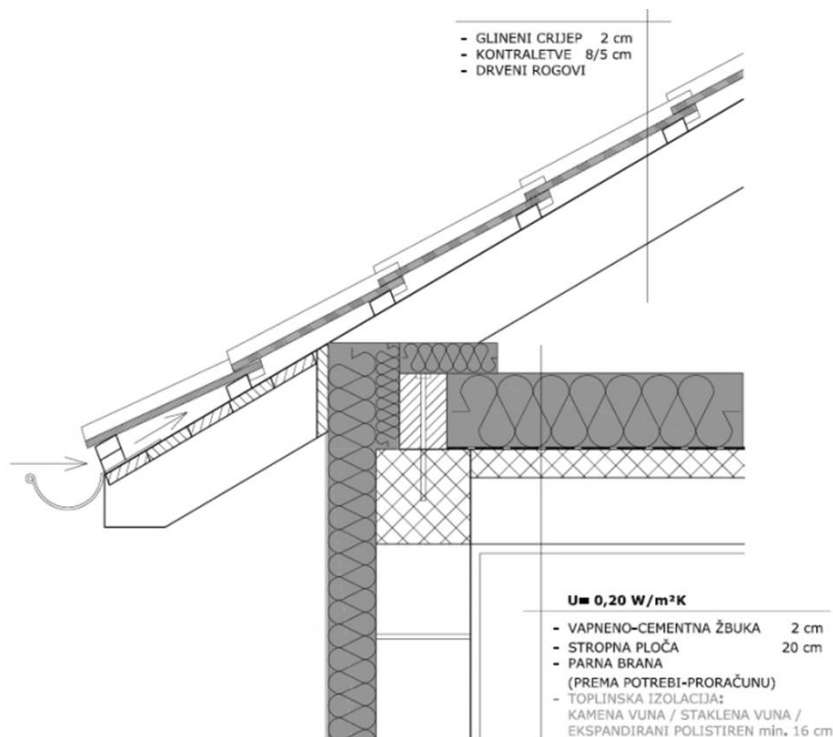


Slika 26: Termovizijski snimak izoliranog krova sa unutrašnje (lijevo) i vanjske (desno) strane

Ako prostor ispod kosog krova nije grijan, tj. nije namijenjen za boravak, toplotnu izolaciju treba postaviti na strop zadnje etaže prema negrijanom tavanu. Preporučljiva debljina toplotne izolacije stropa prema negrijanom tavanu iznosi 15-20 cm. Obzirom da su tavanske konstrukcije provjetrene i podložne jačim strujanjima vazduha ispod pokrova, poželjno je da nakon radova izolacija bude pokrivena daskama (pokovana).

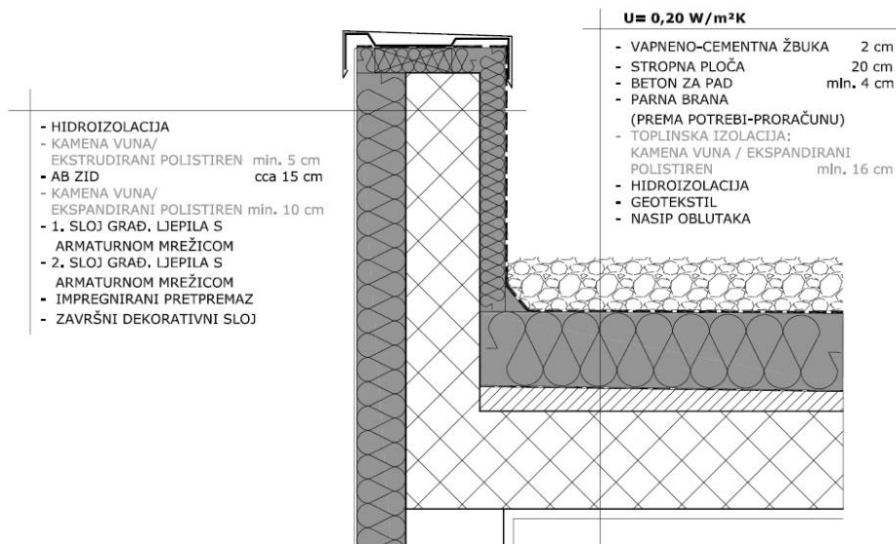
Neizostavni dio mjere izolacije je parna brana, koja se prema toplotnim proračunima postavlja na topliju stranu toplotne izolacije kako bi spriječila pojavu kondenzata i oslobađanja suviše vodene pare u konstrukciji, uz kvašenje toplotne izolacije (neželjeni efekti koji umanjuju vijek trajanja toplotne izolacije). Pod ravnim krovom podrazumijeva se svaki krov s nagibom do 22° (oko 40%), koji se sastoji od svih potrebnih slojeva koji odgovaraju konkretnim uslovima. Ravni krovovi su najviše izloženi atmosferskim uticajima od svih vanjskih elemenata objekta. Zato ih je važno kvalitetno izolirati i toplotnom i hidroizolacijom, te pravilno riješiti odvodnju oborinskih voda.

Ravni krov može biti riješen kao prohodni, neprohodni ili ozelenjeni ravni krov. U skladu s time izvodi se završna obrada krova, gdje razlikujemo klasični ravni krov i obrnuti ravni krov (razlika se ogleda u poziciji hidroizolacije i toplotne izolacije u odnosu na ostale građevinske slojeve ravnog krova).



Slika 27: Pravilna izvedba toplotne izolacije stropa prema negrijanom tavanu i spoja sa zidnom izolacijom





Slika 28: Pravilna izvedba toplotne izolacije ravnog krova i spoja sa zidnom izolacijom

Ugrožavajući faktori svakog ravnog krova su:

- neadekvatna izvedba,
- temperaturne oscilacije,
- oborinska voda,
- difuzija vodene pare (položaj hidroizolacije je najnepovoljniji).

Vrste toplotne izolacije pogodne za izvedbu ravnih krovova:

- ploče od kamene vune,
- ploče od staklene vune,
- tvrde sintetičke pjene (poliuretan, polistiren),
- materijali biljnog porijekla (pluto ili drvena vuna).

Da bi se zadovoljili tehnički propisi (Pravilnik o minimalnim zahtjevima za energetske karakteristike zgrada), i da bi se prije svega osigurali korisni efekti izolacije, preporučene debljine su:

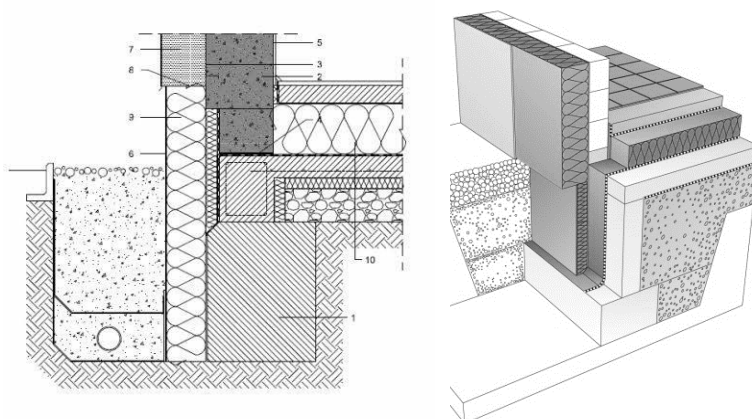
- kosi krov, klimatološka regija Sjever 15-20 cm,
- kosi krov, klimatološka regija Jug 10-15 cm,
- ravni krov, klimatološka regija Sjever 20 cm,
- ravni krov, klimatološka regija Jug 15 cm,
- strop prema tavanu, klimatološka regija Sjever 15-20 cm,
- strop prema tavanu, klimatološka regija Jug 10-15 cm.

## 6.4 Toplotna izolacija podova

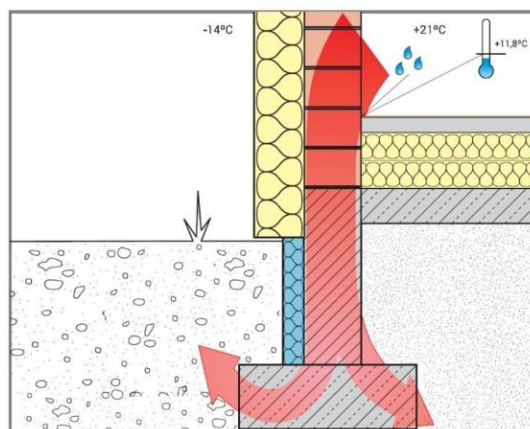
Konstrukcije poda na tlu razlikuju se od podnih konstrukcija prema negrijanom prostoru po nosivoj betonskoj podlozi i hidroizolaciji. Toplotni gubici prema tlu iznose do 10% ukupnih toplotnih gubitaka.

Kod novogradnji se pod na terenu treba toplotno izolirati što većom debljinom toplotne izolacije, dok je kod postojećih objekata takva mjera uglavnom ekonomski neisplativa, zbog većih građevinskih zahvata koji je prate.



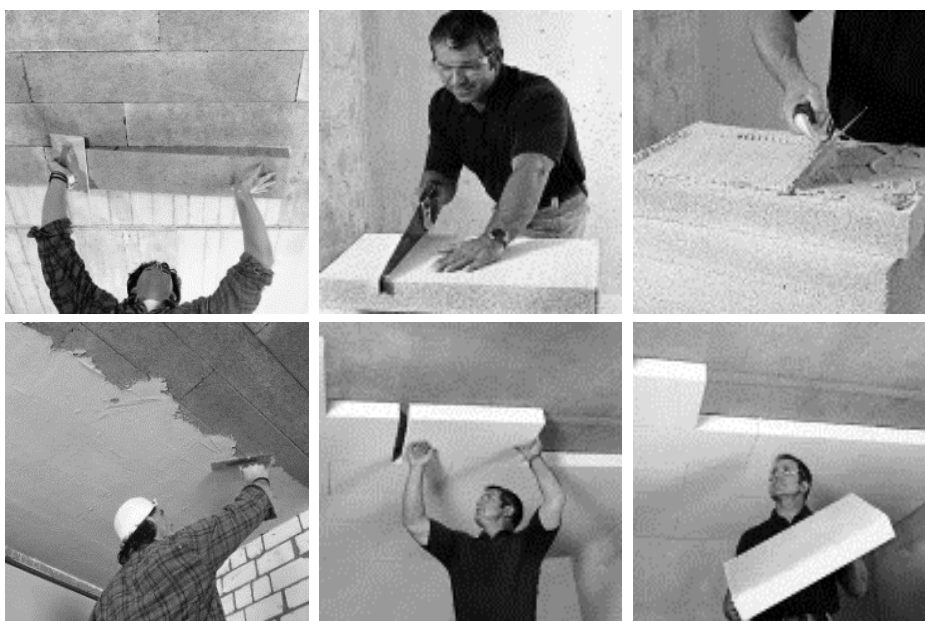


Slika 29: Pravična izvedba toplotne izolacije poda na tlu u svrhu usporavanja toplotnih gubitaka



Slika 30: Šematski prikaz toplotnog toka kroz podove

Iako su gubici kroz pod na tlu relativno mali u poređenju sa gubicima drugih konstruktivnih dijelova, izjednačavanjem temperature podne plohe i temperature unutrašnjeg prostora, postigao bi se mnogo bolji toplotni komfor u prostoru. Ekonomski vrlo isplative mjere su toplotna izolacija stropne konstrukcije prema negrijanom podrumu i iznad vanjskog prostora (npr. pasaž). Završna obrada ovih dijelova konstrukcije je najčešće malter ili obloge od gips-kartonskih ploča ako se radi o unutrašnjem prostoru (spuštanje slijepog stropa).



Slika 31: Pravična izvedba toplotne izolacije stropa prema negrijanom prostoru

Da bi se zadovoljili tehnički propisi (Pravilnik o minimalnim zahtjevima za energetske karakteristike zgrada), i da bi se prije svega osigurali korisni efekti izolacije, a shodno najvećim dopuštenim koeficijentom prolaska toplote pojedinih građevinskih dijelova omotača zgrade, preporučene debljine su:

- podovi/ ukopani podrumi/suterenske etaže, klimatološka regija Sjever 10-15 cm,
- podovi/ ukopani podrumi/suterenske etaže, klimatološka regija Jug 8-10 cm,
- stropovi iznad vanjskog prostora, klimatološka regija Sjever 15 cm,
- stropovi iznad vanjskog prostora, klimatološka regija Jug 10 cm,
- stropovi iznad negrijanih prostorija, klimatološka regija Sjever 10 cm,
- stropovi iznad negrijanih prostorija, klimatološka regija Jug 5-8 cm.

Posebni zahtjevi za toplotnu izolaciju za podove na tlu su:

- mehanička čvrstoća – sposobnost nošenja korisnog opterećenja,
- izolacija unutarnjeg prostora od vlage iz tla – hidroizolacija,
- zvučna izolacija od strukturnog prijenosa zvuka,
- završna podna obloga malo utiče na koeficijent prolaska toplote podnih konstrukcija,
- zbog otpornosti na vlagu, neke podne obloge mogu biti i dobra parna brana i zadržavati građevinsku vlagu unutar konstrukcije poda (lijevani podovi, plastične podne obloge).

Posebni zahtjevi za toplotnu izolaciju za stropove iznad vanjskog prostora važe kao i za vanjski zid. Posebni zahtjevi za toplotnu izolaciju stropova prema negrijanom prostoru odnose se na toplotnu izolacijske osobine, kao i za aspekt protupožarnosti koji je neophodno zadovoljiti.

## 6.5 Toplotni mostovi

Toplotni most je manje područje u omotaču grijanog dijela objekta kroz koje je toplotni tok povećan radi promjene materijala, debljine ili geometrije građevinskog dijela. Zbog smanjenog otpora toplotnoj propustljivosti u odnosu na tipični presjek konstrukcije, temperatura unutrašnje površine pregrade na toplotnom mostu manja je nego na ostaloj površini što povećava opasnost od kondenziranja vodene pare.

Ovisno o uzroku povišene toplotne propustljivosti, razlikuju se dvije vrste toplotnih mostova. Postoje konstruktivni toplotni mostovi koji nastaju kombinacijom različitih vrsta materijala, i geometrijski toplotni mostovi koji nastaju uslijed promjene oblika konstrukcije, npr. uglovi zgrade. U praksi su vrlo česte kombinacije ovih vrsta toplotnih mostova. Posljedice toplotnih mostova su:

- povećavanje toplotnih gubitaka,
- promjene unutrašnje površinske temperature,
- oštećenja konstrukcije uslijed pojave vlage i rasta gljivica na datim mjestima,
- mehanička oštećenja konstrukcije zbog smrzavanja,
- smanjenje komfora boravka u prostoriji.

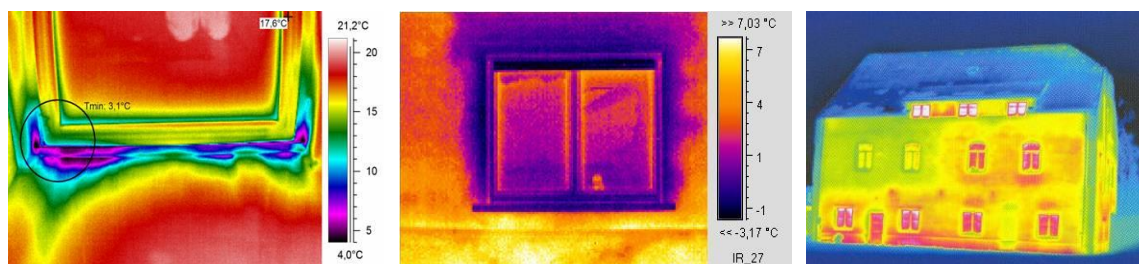
Izgraditi objekt bez toplotnih mostova gotovo je nemoguće, ali uz pravilno projektovanje konstruktivnih detalja i adekvatnom sanacijom i primjenom mjera poboljšavanja energetskih karakteristika objekta (postavljanjem fasade, nove stolarije, termoizolacije stropova prema tavanu, negrijanim stropovima), može se značajno smanjiti njihov udio.



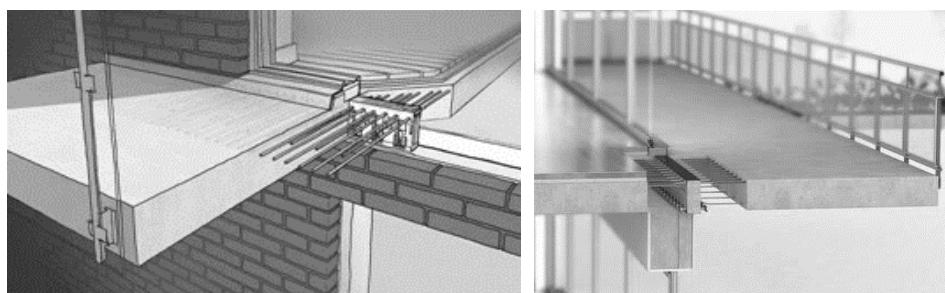
Slika 32: Primjeri toplinskih mostova kod loše izvedenih sanacija postojećih objekata

Potencijalna mjesta toplinskih mostova su konzolni istaci balkona, istaci streha krovova, spojevi konstrukcija, spojevi zida i prozora, kutije za roletu, niše za radijatore i temelji. Na navedene detalje potrebno je obratiti posebnu pažnju. Prozore treba ugraditi tako da su dijelom u razini toplotne izolacije; kutija za roletu treba biti toplotno izolirana; toplotnu izolaciju zida treba povući do temelja, a po potrebi treba izolirati i temelj.

Po završetku energetske sanacije, kvalitetu toplotne zaštite moguće je dodatno provjeriti termografskim snimanjem.



Slika 33: Karakteristična mjesta toplinskih mostova



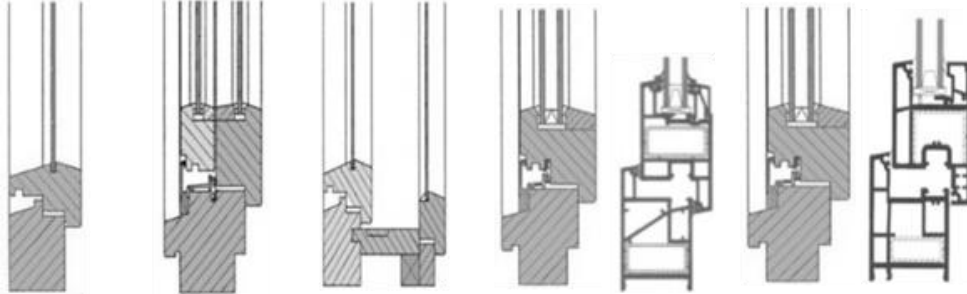
Slika 34: Karakteristični detalji sprječavanja pojave toplinskih mostova

## 6.6 Vanjski prozori i vrata

Prozor je najdinamičniji dio vanjske ovojnice objekta, koji istovremeno djeluje kao prijemnik koji propušta sunčevu energiju u prostor te kao zaštita od vanjskih uticaja i toplinskih gubitaka. Gubici kroz prozore dijele se na transmisijske gubitke, te na gubitke ventilacijom, tj. provjetravanjem. Ako se zbroje transmisijski toplotni gubici kroz prozore i gubici provjetravanjem, ukupni toplotni gubici kroz prozore predstavljaju više od 50% toplinskih gubitaka objekta. Gubici kroz prozore obično su deset i više puta veći od onih kroz zidove, s toga je jasno koliku značajnu ulogu ima energetska stolarija/bravarija u ukupnim energetskim potrebama objekta.

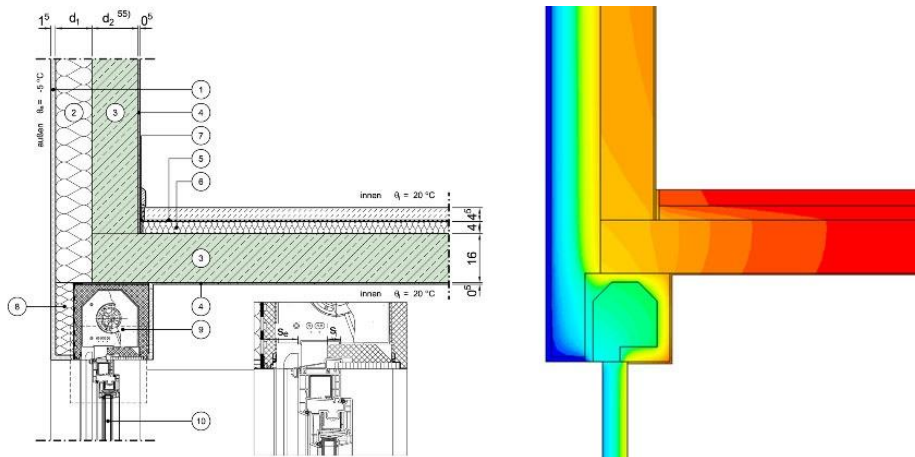
Građevinska industrija proizvodnje prozora i vrata koristi za proizvodnju profila drvo, čelik, aluminij, PVC i kombinaciju materijala, na primjer drvo i aluminij. O vrsti materijala okvira ovisi debljina okvira i mogućnost ugradnje toplotnog i zvučno kvalitetnog stakla. Debljine kvalitetnog prozorskog okvira kreću se od 68 do 93 mm za PVC i drvo, dok su kod aluminija moguće izvesti veće debljine. Vrlo

značajna stavka svake stolarske/bravarske pozicije je brtvljenje stakla i samog prozorskog okvira, te prozorskog okvira i doprozornika – trostruko (ili petostruko, ovisno o broju stakala) brtvljenje kao zaštita od vjetra, kiše i nanosa kiše u svrhu sprečavanja prodora vlage izvana. Veza prozora i zida treba biti izvedena nepropusno u svrhu sprečavanja prodora vlage i toplog unutrašnjeg vazduha u fugu. Isti vazduh, nakon hlađenja je pogodan za pojavu kondenzata i gljivica.



Slika 35: Različite vrste fasadne stolarije (profil i ostakljenje)

U ukupnim toplotnim gubicima prozora sudjeluju staklo i prozorski profili.



Slika 36: Ispravno riješeni detalji toplotnih mostova na spoju prozora i konstrukcije objekta

Prozorski profili, neovisno o vrsti materijala od kojeg se izrađuju, trebaju osigurati dobro brtvljenje, prekinuti toplotni most u profilu, jednostavno otvaranje i nizak koeficijent prolaska toplote  $U$ . Stakla se danas izrađuju kao izolacijska, dvoslojna ili troslojna, s različitim gasovitim punjenjem ili premazima (low-E) koji poboljšavaju toplotne karakteristike. Na nisku vrijednost  $U$ -koeficijenta stakla utječu brojni faktori.

**Debljina i broj međuprostora.**  $U$ -faktor se smanjuje većim brojem međuprostora i većom širinom tih međuprostora. Dakle, manji  $U$ -koeficijent se može postići upotrebom dvoslojnih ili troslojnih izolacionih stakala. Npr. 4+16+4, što znači 2 stakla debljine po 4 mm sa razmakom od 16 mm.

**Punjenje međuprostora.** Napuni li se međuprostor stakla nekim od plemenitih gasova (argon, kripton i slični)  $U$ -faktor će se smanjiti. Kod razmaka među staklenim pločama od 8 do 16 mm, doprinos ispunje međuprostora inertnim gasom je 0,10 W/m<sup>2</sup>K za argon do 0,20 W/m<sup>2</sup>K za kripton. Kroz predmetnu mjeru preporučuje se upotreba argona.

**Odabir stakla.** Debljina stakla vrlo malo utiče na  $U$ -faktor, ali ga zato upotreba stakla niske emisije (Low-e staklo) značajno smanjuje. Low-e stakla premazana su sa strane koja dolazi u međuprostor stakla posebnim metalnim filmom (riječ je o tankom sloju filma na bazi vanadij-oksida) koji propušta zračenja kratke valne dužine (sunčeva svjetlost), a reflektira zračenja dugih valnih dužina

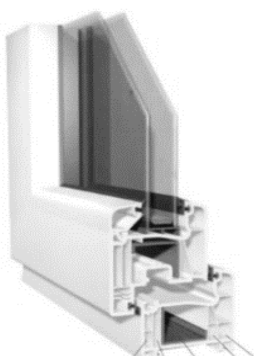


(infracrvena zračenja). Taj sloj u zimskim uslovima potpuno propušta IC zrake, a tokom ljetnog perioda sprečava prolaz toplotnog zračenja kroz staklo. Hemijskim sastavom i postupkom nanošenja tog sloja na staklo unaprijed se određuje granica na kojoj filter propušta, granica je podesiva između 0 °C i 70 °C. Ušteda energije je značajna, jer se primjenom ovih stakala u građevini mogu se dostići uštede i do 50% energije za klimatizaciju.



Slika 37: Značaj niskoemisionog premaza (Low-e) na staklima

**Odabir profila.** Na kvalitet stolarije, osim ostakljenja, utiče i profil. Svi PVC profili se izrađuju od polivinil klorida, što je vrsta plastike. Proizvođači profila pri njihovoj izradi dodaju aditive kako bi dodatno poboljšali njihove osobine, bjelinu, glatkoću površine, bolju otpornost na UV zrake, elastičnost i udarnu čvrstoću. PVC profili se razlikuju po broju komora, broju brtvi, dubini ugradnje te debljini vanjske stijenke profila. Broj vazdušnih komora i ugradbena dubina profila ima važnu ulogu kod koeficijenta prolaska toplote. Minimalni standard profila je pet komora i ugradbena dubina od minimalno 70mm. Takvi profili imaju koeficijent gubitka toplote  $U_f$  (f znači *frame*, okvir) od 1,10 do 1,40 W/m<sup>2</sup>K, ovisno o proizvođaču. Kroz predmetnu mjeru preporučuje se upotreba minimalno pet komora ili nekog sličnih karakteristika, ojačanog čeličnim nehrđajućim profilima i sistemom zaptivanja EPDM gumom ( $R_w > 33\text{dB}$ ).



Slika 38: Primjer PVC profila sa pet komora, širine 70 mm, sa čeličnim ojačanjima

Aluminijski (ALU) profili u se svakodnevno upotrebljavaju i visoko su cijenjeni upravo zbog svojih osobina. Visoko su kvalitetni, osiguravaju potrebnu čvrstoću i nosivost, a elementi izvedeni od aluminijskih profila statički su stabilni. Osim navedenog, aluminijski profili osiguravaju toplotnu i zvučnu izolaciju, otpornost na vazduh i vodu te moderan dizajn.

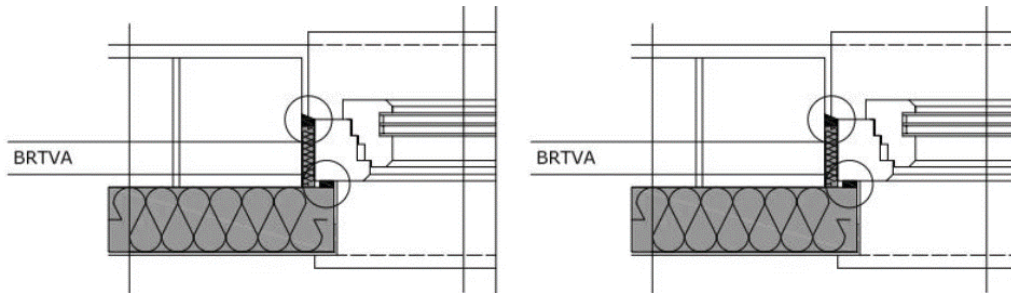


Slika 39: Primjer aluminijskog profila sa prekinutim toplotnim mostom i trostrukim ostakljenjem



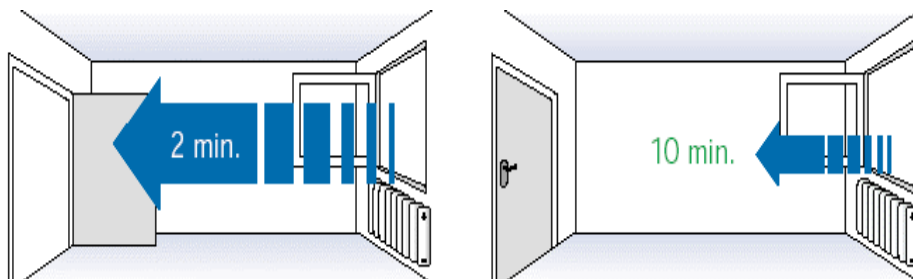
Slika 40: Primjer aluminijskih vrata sa neprovidnim krilom (panelom)

**Odgovarajuće brtve.** Neizostavna stavka stolarije su brtve. Funkcija brtvi na prozorima je zaštita od ulaska prašine, vode, vjetra i buke. Najčešće se rade sistemi sa dvije brtve, no sve više se pojavljuju i sistemi sa tri brtve. Kod sistema sa tri brtve, najvažnija je srednja brtva. Ta brtva pruža dodatnu zaštitu tamo gdje su česti direktni udari kiše i vjetra na prozor kao i na višim katovima zgrada ili mjestima gdje ima posolice.



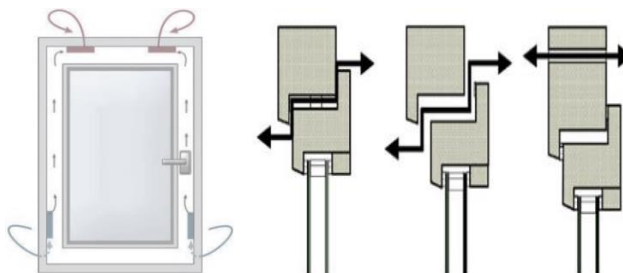
Slika 41: Primjer dobrog brtvljenja prozorskog profila

Kod prijedloga mjera zamjene vanjske stolarije/bravarije, potrebno je obratiti pažnju na uticaj u promjeni broja izmjena vazduha prilikom prirodne ventilacije. Većina objekata, posebno školskih i zdravstvenih, gdje su izvršene mjere energetske efikasnosti zamjenom stolarije, imaju problema sa vazduhom zasićenim CO<sub>2</sub>. Uslijed nemogućnosti ostvarivanja pasivnog provjetravanja prostora, korisnici su prinuđeni otvarati prozore i u zimskom periodu i na taj način se gubi značajan dio toplotne energije. U slučajima prirodnog provjetravanja, moguće je osigurati adekvatan broj izmjena vazduha u prostoru, a da se unutrašnji zidovi ne ohlade uslijed provjetravanja, odnosno da se toplotna energija u prostoru ne izgubi i smanji udio dogrijavanja.



Slika 42: Ispravno prirodno provjetranje prostorija

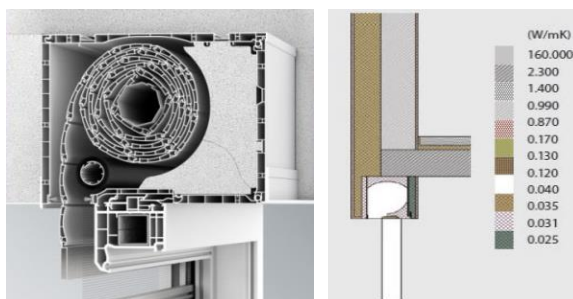
Kako bi provjetranje ostao kontroliran i racionalan proces, postoji nekoliko tehničkih rješenja uvođenjem tzv. integriranih regulatora provjetravanja unutar profila prozora. Regulator provjetravanja funkcioniše na principu dotoka svježeg vazduha kroz otvor ovisno o pritisku vjetra. Senzibilni mehanizam reaguje prilikom udara vjetra i sam se zatvara, ne propuštajući olujni vjetar izvana. Na ovaj način ne troši se dodatna energija i prozor se ne otvara. Ugrađen je u krilo prozora i nevidljiv je. Njegova montaža je jednostavna, bez vijaka i bušenja te pruža mogućnost naknadne ugradnje u postojeću stolariju i bravariju.



Slika 43: Mehanizam regulatora provjetravanja (brtvena zastavica)

Poboljšanje toplotnih karakteristika postojećih prozora i drugih staklenih površina moguće je postići na sljedeće načine:

- zabrtviti prozore i vanjska vrata,
- provjeriti i popraviti okove na prozorima i vratima,
- izolirati niše za radijatore i kutije za rolete,
- reducirati gubitke toplote kroz prozore ugradnjom roleta i postavom zavjesa.



Slika 44: Primjer izolirane kutije za rolete

## 6.7 Mjere na sistemu grijanja

Prilikom obilaska objekata na terenu ustanovljeno je da korisnici koriste različite načina zagrijavanja prostora i različite energente. Analogno mjerama termoizolacije vanjske ovojnice, mjere na sistemu grijanja na nivou cijelog stambenog fonda su uzete na osnovu analiziranog uzorka.

Mjera koja je predložena za svaki objekt pojedinačno odgovara njegovom trenutnom stanju. S obzirom da se ono razlikuje za različite objekte, vrijednost investicije varira. Usvojen je konzervativniji pristup koji pretpostavlja lošije stanje, ali je istovremeno izvršeno grupisanje objekata, sve sa ciljem povećanja tačnosti Studije. Grupe su:

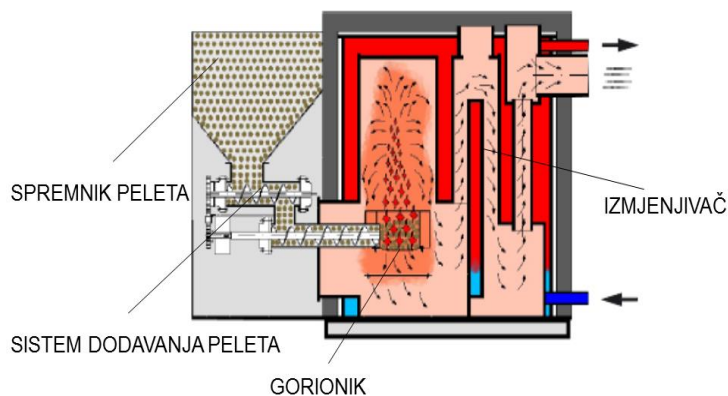
- Za objekte individualnog stanovanja koji imaju sistem centralnog grijanja i koriste pelet, nije predlagana nikakva mjera.
- Za objekte individualnog stanovanja koji imaju sistem centralnog grijanja i ne koriste pelet, predložena je ugradnja kotla na pelet, pri čemu je procijenjeno da je za realizaciju ove investicije potrebno 3.200,00 KM.
- Za objekte individualnog stanovanja koji koriste individualno grijanje i koriste pelet kao energent, nije predlagana nikakva mjera.
- Za objekte individualnog stanovanja koji koriste individualno grijanje i koriste bilo koji drugi energent osim peleta, predložena je ugradnja sistema centralnog grijanja na pelet, pri čemu je procijenjeno da je za realizaciju ove investicije potrebno 3.200,00 KM za nabavku i ugradnju kotla, te 58,50 KM po m<sup>2</sup> grijanog prostora za ugradnju sistema centralnog grijanja. U ovu cijenu su uključeni radijatori, ventili, cijevi i sva prateća armatura.

- Za objekte kolektivnog stanovanja koji imaju sistem centralnog grijanja (na nivou stana) i koriste pelet, nije predlagana nikakva mjera.
- Za objekte kolektivnog stanovanja koji koriste individualno grijanje i koriste pelet kao energent, nije predlagana nikakva mjera.
- Za objekte kolektivnog stanovanja koji imaju sistem centralnog grijanja i ne koriste pelet, predložena je ugradnja kotla na pelet, pri čemu je procijenjeno da je za realizaciju ove investicije potrebno 3.200,00 KM.
- Za objekte kolektivnog stanovanja gdje se u stanovima koristi individualno grijanje i koristi bilo koji drugi energent osim peleta, predložena je ugradnja sistema centralnog grijanja na pelet na nivou stana, pri čemu je procijenjeno da je za realizaciju ove investicije potrebno 3.200,00 KM za nabavku i ugradnju kotla, te 58,50 KM po m<sup>2</sup> grijanog prostora za ugradnju sistema centralnog grijanja. U ovu cijenu su uključeni radijatori, ventili, cijevi i sva prateća armatura. Razlog za predlaganje centralnog grijanja na nivou stana, a ne zgrade, je jednostavnije provođenje mjere. Pri ovome, za slučaj da se stanari u zgradi odluče na zajednički sistem grijanja, cijena razvoda na nivou stana ostaje ista, troškovi nabavke i ugradnje kotla bi bili nešto niži nego suma cijena pojedinačnih kotlova, ali bi postojao i trošak razvoda do stanova. Samim time, troškovi procijenjeni na ovakav način su relevantni i ako bi se vršila ugradnja sistema centralnog grijanja na nivou zgrade.

Obzirom da se kod većine razmatranih objekata kao energent koristi ogrijevno drvo, koje sa aspekta cijene ima karakter vrlo povoljnog energenta, mjera koja bi podrazumijevala ugradnju kompletnog sistema grijanja ili zamjenu postojećeg energenta peletom, smatra se opravdanom za analizu u kombinaciji isključivo sa svim predloženim arhitektonsko-građevinskim mjerama.

Prvenstveni razlog za predlaganje kotlova na pelet je to što ih karakteriše visok stepen automatizacije. Dodatni razlog je i to da nema mogućnosti da se objekti priključe na sistem daljinskog grijanja (nema ga) ili da koriste gas (nije dostupan u Modriči). Na domaćem tržištu postoji širok izbor proizvođača ovih kotlova što doprinosi konkurentnosti. Kod svih kotlova se pelet automatski dozira u kotao koristeći pužni vijak i spremnik. Spremnik za pelet i kotao mogu biti smješteni u odvojenim prostorijama kako bi se smanjio rizik požara, te iz drugih sigurnosnih razloga (npr. prašina, opasni gasovi, čišćenje).

Slika 45 daje šematski prikaz kotla za sagorijevanje peleta.



Slika 45: Šematski prikaz kotla za sagorijevanje peleta

Kotlovi na pelet uobičajeno su konstruisani za upotrebu specifičnih tipova peleta određenog kvaliteta koji je dostupan na tržištu. U Evropi je kvalitet peleta definisan s ENplus certifikacijskom



šemom, baziranom na međunarodnim standardima za udio vlage, hemijski sastav i mehaničku izdržljivost. Punu efikasnost moguće je ostvariti samo kada se koristi gorivo preporučenog kvaliteta, tj. certificirani pelet.

Raspon snaga kotlova za sagorijevanje peleta pogodan za stambene objekte zavisi od veličine i namjene objekta. Uobičajeni raspon snage za ovakav vid grijanja kreće se od 10 kW do 50 kW. Stepenn efikasnosti kotlova za sagorijevanje peleta je i preko 90%. Kotlove za sagorijevanje peleta karakteriše nulta emisija sumpor-dioksida, relativno niska emisija azotnih oksida i emisija čvrstih čestica. Slika 46 daje izgled različitih izvedbi kotlova za sagorijevanje peleta.



Slika 46: Primjeri kotlova za sagorijevanje peleta

Mjera instalacije sistema centralnog grijanja na pelet podrazumijeva:

1. Isporučka, transport i montaža:

- standardni kotao na pelet,
- standardni spremnik za automatsko doziranje,
- ekspanziona posuda,
- panelni i kupaonski radijatori,
- termostatski ventili sa termostatskom glavom,
- razvod bakarnih cijevi, materijal za spajanje, cijevne provodnice,
- pripremno završni radovi, potrebni energenti za probni rad instalacije, ispiranje svih vodenih sistema u skladu sa tehničkim uslovima, hidrauličko ispitivanje nepropusnosti svih vodenih sistema i izrada protokola o istima u skladu sa tehničkim uslovima, funkcionalna proba sistema od strane ovlaštenog servisa u skladu sa tehničkim uslovima,
- izrada projektne dokumentacije sistema grijanja i ovjera istoga od strane ovlaštenog projektanta.

2. Elektro-instalacioni razvod.

Uštede koje se postižu mjerama na sistemu grijanja se ne izražavaju preko računске (finalne) energije, već su to uštede u isporučenoj (primarnoj) energiji. Ostvaruju se zbog prelaska na efikasniji sistem grijanja (postoji razlika u stepenima iskorištenja sistema grijanja) i, u nekim slučajevima, prelaska na jeftiniji energent (postoji razlika u cijeni po kWh). Naravno, s obzirom na trenutnu situaciju sa cijenama peleta, isplativost implementacije ove mjere može biti upitna.

Pri ovome, mjere na sistemu grijanja se ne mogu posmatrati odvojeno od mjera na ovojnici objekta, budući da direktno zavise od njih. Tako će se ušteda zbog ugradnje novog kotla na pelet razlikovati

ukoliko je urađena samo termoizolacija zidova, ili zidova i krova, ili cijele ovojnice. U ovoj Studiji je posmatrana samo jedna kombinacija mjera, a to je da se implementiraju sve predložene mjere na termoizolaciji ovojnice, te će se i mjere na sistemu grijanja posmatrati u odnosu na njih.

## 6.8 Pregled predloženih mjera

Polaznu osnovu za predložene mjere su predstavljali podaci prikupljeni na terenu, koji govore o činjeničnom stanju u kojem se nalazi svaka od analiziranih stambenih jedinica. Pregled mjera sa njihovim opisom i jediničnim cijenama daju tabela 22 (mjere na toplotnoj izolaciji vanjske ovojnice) i tabela 23 (mjere na sistemu grijanja).

Predložena mjera energetske efikasnosti	Ulaganje, uključujući PDV
Ugradnja toplotne izolacije vanjskih zidova u vidu mineralne vune debljine 10 cm, sa svim pratećim radovima (na primjer montaža skele, obrada špaleta, ugaone lajsne)	131,60 KM/m <sup>2</sup>
Ugradnja toplotne izolacije kosog krova grijanog potkrovlja u vidu mineralne vune debljine 20 cm, sa zatvaranjem gips-kartonskim pločama, gletanjem i bojenjem	98,30 KM/m <sup>2</sup>
Ugradnja toplotne izolacije stropa prema negrijanom potkrovlju u vidu mineralne vune debljine 20 cm, sa ugradnjom zaštitne folije i daščanog pokova	66,20 KM/m <sup>2</sup>
Ugradnja toplotne izolacije ravnog prohodnog ili neprohodnog krova u vidu XPS ploča debljine 20 cm, sa odgovarajućom hidroizolacijom i završnim slojem šljunka ili betonskih ploča	172,00 KM/m <sup>2</sup>
Zamjena postojeće fasadne stolarije sa stolarijom izvedenom sa PVC profilima (7 komora) i ostakljenjem 4+16 Ar+4 lowE	356,85 KM/m <sup>2</sup>
Ugradnja toplotne izolacije stropa negrijanog podruma u vidu EPS ploča debljine 10 cm, sa svim pratećim radovima	65,00 KM/m <sup>2</sup>

Tabela 22: Pregled usvojenih jediničnih ulaganja za mjere na ovojnici

Predložena mjera energetske efikasnosti	Ulaganje, uključujući PDV
Nabavka i ugradnja kotla na pelet, uključujući i prateću osnovnu automatiku, spremnik, priključnu armaturu i ispitivanje	3.200,00 KM
Ugradnja elemenata sistema centralnog grijanja, uključujući cijevni razvod, radijatore, odzračne, prolazne i termoregulacione ventile	58,50 KM/m <sup>2</sup>

Tabela 23: Pregled usvojenih vrijednosti potrebnih ulaganja za mjere na sistemu grijanja

Sljedeće tabele daju pregled ukupnih, specifičnih i prosječnih vrijednosti investicija po mjerama za kuće, zgrade i sve stambene objekte na području opštine Modriča.

Toplotna izolacija vanjskih zidova	Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	2.445.717,75
	Jedinična cijena (KM/m <sup>2</sup> )	131,60
	Ukupna investicija (KM)	321.856.455,90
	Prosječna investicija po kući (KM/kuća)	36.062,82
Toplotna izolacija stropova i krovova	Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	768.353,25
	Jedinična cijena (KM/m <sup>2</sup> )	112,17
	Ukupna investicija (KM)	86.183.622,88
	Prosječna investicija po kući (KM/kuća)	5.706,81

Zamjena vanjskih otvora	Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	205.632,00
	Jedinična cijena (KM/m <sup>2</sup> )	356,85
	Ukupna investicija (KM)	73.379.779,20
	Prosječna investicija po kući (KM/kuća)	8.223,36
Toplotna izolacija stropa podruma	Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	746.040,75
	Jedinična cijena (KM/m <sup>2</sup> )	65,00
	Ukupna investicija (KM)	48.492.648,75
	Prosječna investicija po kući (KM/kuća)	279,01
Instalacija novog ili rekonstrukcija postojećeg sistema grijanja	Broj novih/rekonstruisanih sistema grijanja	8.081
	Prosječna toplotna snaga kotla (kW)	8,27
	Jedinična cijena kotla (KM)	3.200,00
	Jedinična cijena instalacije sistema centralnog grijanja (KM/m <sup>2</sup> )	58,50
	Ukupna investicija (KM)	88.253.675,72
	Prosječna investicija po kući (KM/kuća)	10.921,48

Tabela 24: Podaci o investicijama za kuće

Toplotna izolacija vanjskih zidova	Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	51.226,40
	Jedinična cijena (KM/m <sup>2</sup> )	131,60
	Ukupna investicija (KM)	6.741.394,16
	Prosječna investicija po zgradi (KM/zgrada)	100.617,82
	Prosječna investicija po stanu (KM/stan)	5.159,89
Toplotna izolacija stropova i krovova	Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	22.321,28
	Jedinična cijena (KM/m <sup>2</sup> )	112,17
	Ukupna investicija (KM)	2.503.704,08
	Prosječna investicija po zgradi (KM/zgrada)	38.683,79
	Prosječna investicija po stanu (KM/stan)	1.983,78
Zamjena vanjskih otvora	Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	6.785,76
	Jedinična cijena (KM/m <sup>2</sup> )	356,85
	Ukupna investicija (KM)	2.421.498,46
	Prosječna investicija po zgradi (KM/zgrada)	36.140,73
	Prosječna investicija po stanu (KM/stan)	1.853,37
Toplotna izolacija stropa podruma	Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	21.671,15
	Jedinična cijena (KM/m <sup>2</sup> )	65,00
	Ukupna investicija (KM)	1.408.624,75
	Prosječna investicija po zgradi (KM/zgrada)	1.929,42
	Prosječna investicija po stanu (KM/stan)	98,94
Instalacija novog ili rekonstrukcija postojećeg sistema grijanja	Broj novih/rekonstruisanih sistema grijanja	56
	Prosječna toplotna snaga kotla (kW/stan)	2,18
	Jedinična cijena kotla (KM)	3.200,00
	Jedinična cijena instalacije sistema centralnog grijanja (KM/m <sup>2</sup> )	58,50
	Ukupna investicija (KM)	13.376.389,20
	Prosječna investicija po zgradi (KM/zgrada)	239.577,12
	Prosječna investicija po stanu (KM/stan)	12.286,01

Tabela 25: Podaci o investicijama za zgrade

Sljedeća tabela daje podatke za sve stambene objekte na području opštine Modriča.

Toplotna izolacija vanjskih zidova	Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	2.496.944,15
	Jedinična cijena (KM/m <sup>2</sup> )	131,60
	Ukupna investicija (KM)	328.597.850,06
	Prosječna investicija po objektu (KM/objekt)	39.995,11

Toplotna izolacija stropova i krovova	Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	790.674,53
	Jedinična cijena (KM/m <sup>2</sup> )	112,17
	Ukupna investicija (KM)	88.687.326,95
	Prosječna investicija po objektu (KM/objekt)	7.715,56
Zamjena vanjskih otvora	Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	212.417,76
	Jedinična cijena (KM/m <sup>2</sup> )	356,85
	Ukupna investicija (KM)	75.801.277,66
	Prosječna investicija po objekt (KM/objekt)	9.923,91
Toplotna izolacija stropa podruma	Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	767.711,90
	Jedinična cijena (KM/m <sup>2</sup> )	65,00
	Ukupna investicija (KM)	49.901.273,50
	Prosječna investicija po objekt (KM/objekt)	379,54
Instalacija novog ili rekonstrukcija postojećeg sistema grijanja	Broj novih/rekonstruisanih sistema grijanja	8.137
	Prosječna toplotna snaga kotla (kW)	10,22
	Jedinična cijena kotla (KM)	3.200,00
	Jedinična cijena instalacije sistema centralnog grijanja (KM/m <sup>2</sup> )	58,50
	Ukupna investicija (KM)	101.630.064,92
	Prosječna investicija po kući (KM/objekt)	13.429,46

Tabela 26: Podaci o investicijama za sve stambene objekte na području opštine Modriča

Sljedeće tabele daju podatke o investicijama po mjerama za individualne stambene objekte (kuće) u zavisnosti od toga koji energent trenutno koriste (tabela 27) i koju vrstu izvora energije koriste (tabela 28). U skladu sa projektnim zadatkom, potrebno je navesti i za koliko objekata je potrebna ukupna investicija manja od 2.000 KM. Prema podacima u tabelama, nema takvih objekata, odnosno svi objekti zahtijevaju ukupnu pojedinačnu investiciju veću od navedenog iznosa. Ovo je posljedica načina izračuna svih podataka na nivou Studije, koji se zapravo bazira na *prosječnim* vrijednostima obrađenog uzorka, koji se onda koristi za izračun vrijednosti na nivou cijelog stambenog fonda. Unutar uzorka (ali i fonda) postoje novi ili potpuno renovirani objekti (koji zahtijevaju malu ili nikakvu investiciju), ali kada se uzmu u obzir i ostali (koji nisu novi ili potpuno renovirani), prosječna vrijednost ukazuje na to da je za svaki objekt potrebna investicija veća od 2.000 KM. Pri ovome, nije analizirano za koju mjeru je potreban taj iznos, već samo da je ukupna investicija u sve mjere veća od 2.000 KM.

Ogrjevno drvo	Broj kuća koje koriste ovaj energent	7.309
	Broj kuća koje zahtijevaju investiciju u mjere veću od 2.000 KM	7.309
	Ukupna investicija potrebna za provedbu mjera (KM)	452.822.516,66
	Prosječna investicija po kući (KM/kuća)	61.955,36
Ugalj	Broj kuća koje koriste ovaj energent	579
	Broj kuća koje zahtijevaju investiciju u mjere veću od 2.000 KM	579
	Ukupna investicija potrebna za provedbu mjera (KM)	33.951.134,19
	Prosječna investicija po kući (KM/kuća)	58.645,75
Pelet	Broj kuća koje koriste ovaj energent	844
	Broj kuća koje zahtijevaju investiciju u mjere veću od 2.000 KM	844
	Ukupna investicija potrebna za provedbu mjera (KM)	40.157.097,96
	Prosječna investicija po kući (KM/kuća)	47.565,03
Električna energija	Broj kuća koje koriste ovaj energent	193
	Broj kuća koje zahtijevaju investiciju u mjere veću od 2.000 KM	193
	Ukupna investicija potrebna za provedbu mjera (KM)	10.000.538,72
	Prosječna investicija po kući (KM/kuća)	51.823,52

Ukupno	Broj kuća	8.925
	Broj kuća koje zahtijevaju investiciju u mjere veću od 2.000 KM	8.925
	Ukupna investicija potrebna za provedbu mjera (KM)	536.931.287,54
	Prosječna investicija po kući (KM/kuća)	60.160,37

Tabela 27: Podaci o investicijama za kuće, zavisno od energenta koji se trenutno koristi

Neobnovljivi izvori energije (fosilno gorivo)	Broj kuća koje koriste ovu vrstu energenta	772
	Broj kuća koje zahtijevaju investiciju u mjere veću od 2.000 KM	772
	Ukupna investicija potrebna za provedbu mjera (KM)	43.951.672,91
	Prosječna investicija po kući (KM/kuća)	56.940,19
Obnovljivi izvori energije	Broj kuća koje koriste ovu vrstu energenta	8.153
	Broj kuća koje zahtijevaju investiciju u mjere veću od 2.000 KM	8.153
	Ukupna investicija potrebna za provedbu mjera (KM)	492.979.614,62
	Prosječna investicija po kući (KM/kuća)	60.465,24
Ukupno	Broj kuća	8.925
	Broj kuća koje zahtijevaju investiciju u mjere veću od 2.000 KM	8.925
	Ukupna investicija potrebna za provedbu mjera (KM)	536.931.287,54
	Prosječna investicija po kući (KM/kuća)	60.160,37

Tabela 28: Podaci o investicijama za kuće, zavisno od vrste energenta koji se trenutno koristi

Alternativni pristup bi se bazirao na procjeni udjela novih ili potpuno renoviranih objekata u stambenom fondu (takvi bi zahtijevali investiciju manju od 2.000 KM) i praktično njihovo isključenje iz dalje analize. Ipak, s obzirom na iskustva tokom izrade prethodnih studija ovog tipa i obima, usvojena je metodologija bazirana na prosječnim vrijednostima, s obzirom da daje pouzdaniji i relevantniji prikaz stanja *cijelog* stambenog fonda.



## 7 STANJE NAKON IMPLEMENTACIJE MJERA

U ovom poglavlju su predstavljeni rezultati analize koja je provedena za stanje objekata (kuća i zgrada) koje se očekuje nakon implementacije mjera povećanja energetske efikasnosti. Provedene mjere su one iz poglavlja 6.

Ukupna potrebna toplotna energija za grijanje za stvarne klimatske podatke (kWh/god)	90.222.825
Ukupna potrebna toplotna energija za grijanje za referentne klimatske podatke (kWh/god)	104.975.850
Prosječna toplotna energija za grijanje po objektu (kWh/god/objekt, stvarno)	10.109,00
Prosječna toplotna energija za grijanje po stanaru (kWh/god/stanar, stvarno)	4.703,20
Potrebna toplotna energija za grijanje za stvarne klimatske podatke (kWh/m <sup>2</sup> god)	52,00
Potrebna toplotna energija za grijanje za referentne klimatske podatke (kWh/m <sup>2</sup> god)	60,50
Prosječna dopuštena energija za grijanje (kWh/m <sup>2</sup> god)	77,53
Odnos prosječne potrebne i dopuštene energije za grijanje (%)	78%
Prosječna energetska klasa	C
Ukupni potrebni kapacitet grijanja pri vanjskoj temperaturi -17 °C (MW)	73,95
Specifični kapacitet grijanja pri vanjskoj temperaturi -17 °C (W/m <sup>2</sup> )	42,62

Tabela 29: Osnovne energetske karakteristike kuća nakon implementacije mjera

Ukupna potrebna toplotna energija za grijanje za stvarne klimatske podatke (kWh/god)	3.024.380
Ukupna potrebna toplotna energija za grijanje za referentne klimatske podatke (kWh/god)	3.572.105
Prosječna toplotna energija za grijanje po objektu (kWh/god/objekt, stvarno)	45.140,00
Prosječna toplotna energija za grijanje po stanu (kWh/god/stan, stvarno)	2.314,87
Prosječna toplotna energija za grijanje po stanaru (kWh/god/stanar, stvarno)	714,53
Potrebna toplotna energija za grijanje za stvarne klimatske podatke (kWh/m <sup>2</sup> god)	29,48
Potrebna toplotna energija za grijanje za referentne klimatske podatke (kWh/m <sup>2</sup> god)	34,81
Prosječna dopuštena energija za grijanje (kWh/m <sup>2</sup> god)	63,14
Odnos prosječne potrebne i dopuštene energije za grijanje (%)	0,55
Prosječna energetska klasa	C
Ukupni potrebni kapacitet grijanja pri vanjskoj temperaturi -17 °C (MW)	2,75
Specifični kapacitet grijanja pri vanjskoj temperaturi -17 °C (W/m <sup>2</sup> )	26,82

Tabela 30: Osnovne energetske karakteristike zgrada nakon implementacije mjera

Ukupna potrebna toplotna energija za grijanje za stvarne klimatske podatke (kWh/god)	110.089.056
Ukupna potrebna toplotna energija za grijanje za referentne klimatske podatke (kWh/god)	128.522.656
Prosječna toplotna energija za grijanje po objektu (kWh/god/objekt, stvarno)	12.243,00
Prosječna toplotna energija za grijanje po stanu (kWh/god/stan, stvarno)	10.759,82
Prosječna toplotna energija za grijanje po stanaru (kWh/god/stanar)	4.701,45
Potrebna toplotna energija za grijanje za stvarne klimatske podatke (kWh/m <sup>2</sup> god)	59,90
Potrebna toplotna energija za grijanje za referentne klimatske podatke (kWh/m <sup>2</sup> god)	69,93
Prosječna dopuštena energija za grijanje (kWh/m <sup>2</sup> god)	77,02
Odnos prosječne potrebne i dopuštene energije za grijanje (%)	0,91
Prosječna energetska klasa	C
Ukupni potrebni kapacitet grijanja pri vanjskoj temperaturi -17 °C (MW)	76,70
Specifični kapacitet grijanja pri vanjskoj temperaturi -17 °C (W/m <sup>2</sup> )	41,74

Tabela 31: Osnovne energetske karakteristike stambenih objekata na području opštine Modriča nakon implementacije mjera

Jedna od predloženih mjera je i poboljšanje sistema grijanja. Predloženo je da se ili izvrši ugradnja kotla na pelet ili ugradnja sistema centralnog grijanja na pelet, u zavisnosti da li se objekt grije individualnim pećima ili ima sistem centralnog grijanja. Sljedeće tabele daju pregled tipova, količina i sredstava potrebnih za nabavku energenata koji će se koristiti nakon implementacije mjera.

Pelet	Ukupna količina (t/god)	22.734,95
	Prosječna količina po objektu (t/god/kuća)	2,55
	Prosječna količina po stanaru (t/god/stanar)	1,19
	Prosječna količina po površini (t/god/m <sup>2</sup> )	0,01
	Prosječna jedinična cijena (KM/t)	561,60
	Ukupni troškovi (KM/god)	12.767.947,92
	Prosječni troškovi po objektu (KM/god/kuća)	1.430,58
	Prosječni troškovi po stanaru (KM/god/stanar)	665,58
	Prosječni troškovi po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	7,36

Tabela 32: Osnovni podaci o energentima koji će se koristiti za zagrijavanje kuća nakon implementacije mjera

Pelet	Ukupna količina (t/god)	765,44
	Prosječna količina po objektu (t/god/zgrada)	11,42
	Prosječna količina po stanu (t/god/stan)	0,59
	Prosječna količina po stanaru (t/god/stanar)	0,18
	Prosječna količina po površini (t/god/m <sup>2</sup> )	0,01
	Prosječna jedinična cijena (KM/t)	561,60
	Ukupni troškovi (KM/god)	429.869,86
	Prosječni troškovi po objektu (KM/god/zgrada)	6.415,97
	Prosječni troškovi po stanu (KM/god/stan)	329,02
	Prosječni troškovi po stanaru (KM/god/stanar)	101,56
	Prosječni troškovi po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	4,19

Tabela 33: Osnovni podaci o energentima koji će se koristiti za zagrijavanje zgrada nakon implementacije mjera

Pelet	Ukupna količina (t/god)	23.500,39
	Prosječna količina po objektu (t/god/objekat)	2,61
	Prosječna količina po stanaru (t/god/stanar)	1,00
	Prosječna količina po površini (t/god/m <sup>2</sup> )	0,01
	Prosječna jedinična cijena (KM/t)	561,60
	Ukupni troškovi (KM/god)	13.197.817,78
	Prosječni troškovi po objektu (KM/god/objekat)	1.467,73
	Prosječni troškovi po stanaru (KM/god/stanar)	563,62
	Prosječni troškovi po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	7,18

Tabela 34: Osnovni podaci o energentima koji će se koristiti za zagrijavanje stambenih objekata nakon implementacije mjera

Ukupna emisija CO <sub>2</sub> (t/god)	178,50
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po objektu (t/god/kuća)	0,0200
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po stanaru (t/god/stanar)	0,0093
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po jedinici površine (t/god/m <sup>2</sup> )	0,0001

 Tabela 35: Emisija CO<sub>2</sub> za kuće nakon implementacije mjera

Ukupna emisija CO <sub>2</sub> (t/god)	6,70
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po objektu (t/god/zgrada)	0,1000
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po stanu (t/god/stan)	0,0051
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po stanaru (t/god/stanar)	0,0016
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po jedinici površine (t/god/m <sup>2</sup> )	0,0001

 Tabela 36: Emisija CO<sub>2</sub> za zgrade nakon implementacije mjera

Ukupna emisija CO <sub>2</sub> (t/god)	185,20
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po objektu (t/god/kuća)	0,0206
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po stanaru (t/god/stanar)	0,0079
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po jedinici površine (t/god/m <sup>2</sup> )	0,0001

 Tabela 37: Emisija CO<sub>2</sub> za stambene objekte na području opštine Modriča nakon implementacije mjera



## 8 EFEKTI IMPLEMENTACIJE MJERA

Provođenjem mjera povećanja energetske efikasnosti se ostvaruju uštede u energiji potrebnoj za postizanje projektne temperature i toplotnog komfora, a posljedično se ostvaruje i smanjenje troškova grijanja. S obzirom da se mjerama prelazi i na značajno korištenje obnovljivih izvora energije, ostvaruje se i smanjenje emisije CO<sub>2</sub>. Ovo poglavlje i naredne tabele daju smanjenja potrošnje energije i troškova, kao i emisije CO<sub>2</sub>, posebno za kuće, zgrade i cijeli stambeni fond opštine Modriča. Dodatno, dat je i komparativni prikaz specifičnih vrijednosti (indikatora) stanja prije i poslije implementacije mjera. Navedene uštede su izračunate samo za slučaj da su implementirane sve mjere (građevinske i mašinske). U pratećoj bazi podataka je moguće vršiti rangiranje i analizu po pojedinim mjerama.

Ukupno smanjenje potrebne energije za grijanje (kWh/god)	230.265.000
Prosječno smanjenje potrebne energije za grijanje po kući (kWh/god/kuća)	25.800,00
Prosječno smanjenje potrebne energije za grijanje po stanaru (kWh/god/stanar)	12.003,41
Prosječno smanjenje potrebne energije za grijanje po grijanoj površini (kWh/god/m <sup>2</sup> )	132,70
Ukupno smanjenje troškova grijanja (KM/god)	20.791.187,97
Prosječno smanjenje troškova grijanja po kući (KM/god/kuća)	2.329,54
Prosječno smanjenje troškova grijanja po stanaru (KM/god/stanar)	1.083,82
Prosječno smanjenje troškova grijanja po grijanoj površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	11,98
Ukupno smanjenje emisije CO <sub>2</sub> (t/god)	16.689,75
Prosječno smanjenje emisije CO <sub>2</sub> po kući (kWh/god/kuća)	1,8700
Prosječno smanjenje emisije CO <sub>2</sub> po stanaru (t/god/stanar)	0,8700
Prosječno smanjenje emisije CO <sub>2</sub> po grijanoj površini (t/god/m <sup>2</sup> )	0,0096

Tabela 38: Efekti implementacije mjera za kuće

Ukupno smanjenje potrebne energije za grijanje (kWh/god)	4.118.155
Prosječno smanjenje potrebne energije za grijanje po zgradi (kWh/god/zgrada)	61.465,00
Prosječno smanjenje potrebne energije za grijanje po stanu (kWh/god/stan)	3.152,05
Prosječno smanjenje potrebne energije za grijanje po stanaru (kWh/god/stanar)	14,52
Prosječno smanjenje potrebne energije za grijanje po grijanoj površini (kWh/god/m <sup>2</sup> )	40,14
Ukupno smanjenje troškova grijanja (KM/god)	749.576,39
Prosječno smanjenje troškova grijanja po zgradi (KM/god/zgrada)	11.187,71
Prosječno smanjenje troškova grijanja po stanu (KM/god/stan)	573,73
Prosječno smanjenje troškova grijanja po stanaru (KM/god/stanar)	177,09
Prosječno smanjenje troškova grijanja po grijanoj površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	7,31
Ukupno smanjenje emisije CO <sub>2</sub> (t/god)	602,33
Prosječno smanjenje emisije CO <sub>2</sub> po zgradi (kWh/god/zgrada)	8,99
Prosječno smanjenje emisije CO <sub>2</sub> po stanu (kWh/god/stan)	0,4610
Prosječno smanjenje emisije CO <sub>2</sub> po stanaru (t/god/stanar)	0,1423
Prosječno smanjenje emisije CO <sub>2</sub> po grijanoj površini (t/god/m <sup>2</sup> )	0,0059

Tabela 39: Efekti implementacije mjera za zgrade

Ukupno smanjenje potrebne energije za grijanje (kWh/god)	234.383.155
Prosječno smanjenje potrebne energije za grijanje po objektu (kWh/god/objekat)	26.065,74
Prosječno smanjenje potrebne energije za grijanje po stanaru (kWh/god/stanar)	10.009,53
Prosječno smanjenje potrebne energije za grijanje po grijanoj površini (kWh/god/m <sup>2</sup> )	127,53
Ukupno smanjenje troškova grijanja (KM/god)	21.540.764,36
Prosječno smanjenje troškova grijanja po objektu (KM/god/objekat)	2.395,55
Prosječno smanjenje troškova grijanja po stanaru (KM/god/stanar)	919,92

Prosječno smanjenje troškova grijanja po grijanoj površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	11,72
Ukupno smanjenje emisije CO <sub>2</sub> (t/god)	17.292,08
Prosječno smanjenje emisije CO <sub>2</sub> po objektu (kWh/god/objekat)	1,9231
Prosječno smanjenje emisije CO <sub>2</sub> po stanaru (t/god/stanar)	0,7385
Prosječno smanjenje emisije CO <sub>2</sub> po grijanoj površini (t/god/m <sup>2</sup> )	0,0094

Tabela 40: Efekti implementacije mjera za stambene objekte na području opštine Modriča

Sljedeće tabele daju poređenje stanja prije i poslije implementacije mjera povećanja energetske efikasnosti, posebno za kuće, zgrade i sve stambene objekte na području opštine Modriča.

	Trenutno	Nakon mjera
Ukupna potrebna toplotna energija (kWh/god)	320.487.825	90.222.825
Prosječna potrebna toplotna energija po kući (kWh/god/kuća)	35.909,00	10.109,00
Prosječna potrebna toplotna energija po stanaru (kWh/god/stanar)	16.706,60	4.703,20
Prosječna potrebna toplotna energija po površini (kWh/god/m <sup>2</sup> )	184,70	52,00
Ukupni troškovi grijanja (KM/god)	33.365.797,46	12.767.947,92
Prosječni troškovi grijanja po kući (KM/god/kuća)	3.738,46	1.430,58
Prosječni troškovi grijanja po stanaru (KM/god/stanar)	1.739,31	665,58
Prosječni troškovi grijanja po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	19,23	7,36
Ukupna emisija CO <sub>2</sub> (t/god)	16.868,25	178,50
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po kući (KM/god/kuća)	1,8900	0,0200
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po stanaru (KM/god/stanar)	0,8793	0,0093
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	0,0097	0,0001

Tabela 41: Poređenje indikatora trenutnog stanja i stanja nakon implementacije mjera za kuće

	Trenutno	Nakon mjera
Ukupna potrebna toplotna energija (kWh/god)	7.142.535	3.024.380
Prosječna potrebna toplotna energija po zgradi (kWh/god/zgrada)	106.605,00	45.140,00
Prosječna potrebna toplotna energija po stanu (kWh/god/stan)	5.466,92	2.314,87
Prosječna potrebna toplotna energija po stanaru (kWh/god/stanar)	1.687,47	714,53
Prosječna potrebna toplotna energija po površini (kWh/god/m <sup>2</sup> )	69,61	29,48
Ukupni troškovi grijanja (KM/god)	794.598,24	429.869,86
Prosječni troškovi grijanja po zgradi (KM/god/zgrada)	11.859,68	6.415,97
Prosječni troškovi grijanja po stanu (KM/god/stan)	608,19	329,02
Prosječni troškovi grijanja po stanaru (KM/god/stanar)	2,80	101,56
Prosječni troškovi grijanja po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	0,12	4,19
Ukupna emisija CO <sub>2</sub> (t/god)	609,03	6,70
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po zgradi (KM/god/zgrada)	9,0900	0,1000
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po stanu (KM/god/stan)	0,4662	0,0051
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po stanaru (KM/god/stanar)	0,1439	0,0016
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	0,0059	0,0001

Tabela 42: Poređenje indikatora trenutnog stanja i stanja nakon implementacije mjera za zgrade

	Trenutno	Nakon mjera
Ukupna potrebna toplotna energija (kWh/god)	327.630.360	93.247.205
Prosječna potrebna toplotna energija po objektu (kWh/god/objekat)	36.435,76	10.370,02
Prosječna potrebna toplotna energija po stanaru (kWh/god/stanar)	13.991,73	3.982,20
Prosječna potrebna toplotna energija po površini (kWh/god/m <sup>2</sup> )	178,27	50,74
Ukupni troškovi grijanja (KM/god)	34.160.395,70	13.197.817,78
Prosječni troškovi grijanja po objektu (KM/god/objekat)	3.798,98	1.467,73
Prosječni troškovi grijanja po stanaru (KM/god/stanar)	1.458,85	563,62
Prosječni troškovi grijanja po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	18,59	7,18

	Trenutno	Nakon mjera
Ukupna emisija CO <sub>2</sub> (t/god)	17.477,28	185,20
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po objektu (KM/god/objekat)	1,9436	0,0206
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po stanaru (KM/god/stanar)	0,7464	0,0079
Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po površini (KM/god/m <sup>2</sup> )	0,0095	0,0001

Tabela 43: Poređenje indikatora trenutnog stanja i stanja nakon implementacije mjera za stambene objekte na području opštine Modriča

Implementacija mjera povećanja energetske efikasnosti kuća i zgrada dovodi do promjene njihovog energetskog razreda. Ranije su navedeni srednji energetski razredi na nivou svih kuća, svih zgrada i svih stambenih objekata opštine Modriča, odvojeno za trenutno i stanje nakon implementacije mjera. Međutim, puno bolji pokazatelj je broj kuća i zgrada koji imaju određeni razred. Sljedeće tabele daju pregled broja kuća, zgrada i objekata po energetskim razredima.

Razred	Trenutno	Nakon mjera
A+	0	0
A	0	0
B	0	0
C	24	8.780
D	24	145
E	2.388	0
F	1.471	0
G	5.017	0
Ukupno	8.925	8.925

Tabela 44: Poređenje broja kuća po energetskim razredima prije i poslije mjera

Razred	Trenutno	Nakon mjera
A+	0	0
A	0	0
B	0	0
C	17	67
D	17	0
E	3	0
F	8	0
G	22	0
Ukupno	67	67

Tabela 45: Poređenje broja zgrada po energetskim razredima prije i poslije mjera

Razred	Trenutno	Nakon mjera
A+	0	0
A	0	0
B	0	0
C	41	8.847
D	41	145
E	2.391	0
F	1.480	0
G	5.040	0
Ukupno	8.992	8.992

Tabela 46: Poređenje broja stambenih objekata na području opštine Modriča po energetskim razredima prije i poslije mjera



## 9 EKONOMSKA ANALIZA MJERA

Mjere povećanja energetske efikasnosti se provode kako bi se ostvarile uštede u energiji potrebnoj za održavanje unutrašnje projektne temperature i toplotnog komfora. Njihovom implementacijom se energija koristi na pravi način, ne dolazi do njenog nepotrebnog trošenja, te se stoga i javlja spomenuta ušteda. Međutim, implementacija građevinskih i mašinskih mjera zahtjeva finansijska sredstva, odnosno investiranje u njih. Ovo poglavlje daje neke od osnovnih ekonomskih pokazatelja koji omogućavaju ili olakšavaju donošenje odluka o ispravnosti investiranja u njih. U cilju finansijske analize predloženih mjera, uzeti su u obzir sljedeći parametri:

- nivo potrebnih investicija,
- novčane uštede koje će nastati implementacijom predloženih mjera energetske efikasnosti,
- finansijski indikatori uključujući:
  - period povrata investicije,
  - internu stopu povrata,
  - neto sadašnju vrijednost,
- broj kreiranih radnih mjesta koji će nastati implementacijom predloženih mjera.

Kako bi se odredio nivo potrebnih ulaganja u svaku od analiziranih stambenih jedinica, utvrđene su površine na kojima se implementiraju mjere energetske efikasnosti, ali i prosječne vrijednosti investicija potrebnih za realizaciju svake od mjera. Usvojene vrijednosti potrebnih ulaganja kao i obračunate uštede su korištene za projekciju novčanih ušteda kroz period od 20 godina. Pregled glavnih pretpostavki korištenih za izračun finansijskih indikatora daje tabela 47.

<b>Projekcija urađena za period</b>	20 godina
<b>Diskontna stopa<sup>1</sup></b>	5,5%
<b>Broj kreiranih radnih mjesta<sup>2</sup></b>	49 na milion KM investicije

Tabela 47: Pretpostavke korištene u finansijskoj analizi scenarija

Razmatrana je samo kombinacija svih građevinskih i mašinskih mjera koje je moguće predložiti za stambene objekte. Pregled potrebnih investicionih ulaganja u svaku od predloženih mjera poboljšanja energetske efikasnosti daje tabela 48. Druge scenarije je moguće analizirati na osnovu podataka koji su navedeni u bazi podataka.

Tip objekta		Investicija za termoizolaciju				Sistem grijanja	Ukupna investicija
		Zidova	Krova	Stolarije	Podova		
Kuće	KM	321.860.668,50	50.933.279,25	73.393.488,00	2.490.164,25	97.474.209,00	546.151.809,00
	%	58,93%	9,33%	13,44%	0,46%	17,85%	100,00%
Zgrade	KM	6.741.393,94	2.591.813,93	2.421.428,91	129.271,14	16.051.667,04	27.935.574,96
	%	24,13%	9,28%	8,67%	0,46%	57,46%	100,00%
Ukupno	KM	<b>328.602.062,44</b>	<b>53.525.093,18</b>	<b>75.814.916,91</b>	<b>2.619.435,39</b>	<b>113.525.876,04</b>	<b>574.087.383,96</b>
	%	<b>57,24%</b>	<b>9,32%</b>	<b>13,21%</b>	<b>0,46%</b>	<b>19,78%</b>	<b>100,00%</b>

Tabela 48: Pregled potrebnih investicionih ulaganja po mjerama i tipovima objekta

<sup>1</sup> Oslikava prosječnu kamatnu stopu na kredite za finansiranje mjera energetske efikasnost u BiH.

<sup>2</sup> Procjena bazirana prema „Green Jobs - Analysing the Employment Impact of Energy Efficiency Measures in BiH“ ([https://www.ba.undp.org/content/bosnia\\_and\\_herzegovina/en/home/library/environment\\_energy/green-jobs---analysing-the-employment-impact-of-energy-efficienc.html](https://www.ba.undp.org/content/bosnia_and_herzegovina/en/home/library/environment_energy/green-jobs---analysing-the-employment-impact-of-energy-efficienc.html))

Sa druge strane, na osnovu provedenih mjera ostvariće se i određene uštede, koje za različite tipove objekata daje tabela 49. Podaci su prikazani na način koji je jednostavan za predstaviti i razumljiv i korisnicima stambenih jedinica, u slučaju da bude potrebe. Tako su sve prikazane uštede svedene na jedinicu površine stambene jedinice i samu stambenu jedinicu, a svi iznosi se baziraju na računskim toplotnim potrebama, kao i cijenama i udjelima energenata koji se trenutno koriste i koji će se koristiti nakon implementacije predloženih mjera.

Tip objekta		Ušteda nakon termoizolacije				Sistem grijanja	Ukupna ušteda
		Zidova	Krova	Stolarije	Podova		
Kuće	KM/m <sup>2</sup> /mj	0,50	0,74	0,08	0,00	0,98	2,30
	KM/godina	10.356.123,75	15.458.724,75	1.760.188,50	0,00	20.372.026,50	47.947.063,50
	ušteda %	21,60%	32,24%	3,67%	0,00%	42,49%	100,00%
Zgrade	KM/m <sup>2</sup> /mj	0,17	0,18	0,05	0,01	0,35	0,76
	KM/godina	211.485,50	225.186,33	59.031,69	7.098,65	429.895,45	932.697,62
	ušteda %	22,67%	24,14%	6,33%	0,76%	46,09%	100,00%
Ukupno	KM/m <sup>2</sup> /mj	<b>0,48</b>	<b>0,71</b>	<b>0,08</b>	<b>0,00</b>	<b>0,94</b>	<b>2,22</b>
	KM/godina	<b>10.567.609,25</b>	<b>15.683.911,08</b>	<b>1.819.220,19</b>	<b>7.098,65</b>	<b>20.801.921,95</b>	<b>48.879.761,12</b>
	ušteda %	<b>21,62%</b>	<b>32,09%</b>	<b>3,72%</b>	<b>0,01%</b>	<b>42,56%</b>	<b>100,00%</b>

Tabela 49: Novčane uštede po tipovima objekta nakon implementacije mjera

U slučaju da se vrši investiranje u mjere povećanja energetske efikasnosti, jedan od najvažnijih pokazatelja isplativosti investiranja je period povrata. To je vremenski period u kojem je moguće otplatiti realizovanu investiciju. Pored perioda povrata na investiciju, veoma značajan pokazatelj je i povrat na investiciju koji predstavlja postotak profita na realizovanu investiciju tokom perioda otplate iste. Period povrata na investiciju i povrat na investiciju u mjere energetske efikasnosti na objekte obuhvaćene Studijom je izračunat na osnovu procijenjenih iznosa investicija u svaku od mjera i novčanih ušteda koju ta mjera donosi.

Tabela 50 daje podatke o periodima povrata za različite tipove objekata, izračunate na osnovu podataka koje daju tabela 48 i tabela 49.

Tip objekta		Periodi povrata za termoizolaciju				Sistem grijanja	Ukupno
		Zidova	Krova	Stolarije	Podova		
Kuće	god	31,08	3,29	41,70	-	4,78	11,39
	%	3,22	30,35	2,40	-	20,90	8,78
Zgrade	god	31,88	11,51	41,02	18,21	37,34	29,95
	%	3,14	8,69	2,44	5,49	2,68	3,34
Ukupno	<b>god</b>	<b>31,10</b>	<b>3,41</b>	<b>41,67</b>	<b>369,00</b>	<b>5,46</b>	<b>11,74</b>
	<b>%</b>	<b>3,22</b>	<b>29,30</b>	<b>2,40</b>	<b>0,27</b>	<b>18,32</b>	<b>8,51</b>

Tabela 50: Periodi povrata u razmatrane mjere energetske efikasnosti za različite tipove objekata

Nakon provedenih razmatranih mjera energetske efikasnosti na svim analiziranim objektima, može se utvrditi da prosječni period povrata na investiciju iznosi 11,74 godina uz povrat na investiciju od 8,51%. Period povrata je najkraći nakon izolacije krova i iznosi 3,41 godina uz povrat na investiciju od 29,30%. Najduži period povrata na investiciju je nakon zamjene vanjske stolarije, kao rezultat niskih mogućih novčanih ušteda u odnosu na potrebni iznos investicije u ovu mjeru, i u prosjeku iznosi 41,67 godina uz povrat na investiciju od svega 2,40%. Mjera toplotne izolacije stropa podruma, koja se predlaže samo na zgradama, ima period povrata od 369,00 godina uz povrat od 0,27%. Dodatni razlog za relativno duge periode povrata investicija u neke mjere treba tražiti i u cijeni toplotne energije. Skoro svi objekti, bez obzira na tip, će se nakon implementacije mjera zagrijavati upotrebom peleta, što u konačnici daje relativno nisku cijenu toplotne energije. Ta cijena

je manja od cijene zagrijavanja, na primjer, upotrebom električne energije, ali je značajno veća od one koja se dobija upotrebom ogrjevnog drveta.

Uštede u energiji koje je moguće ostvariti nakon provođenja mjera energetske efikasnosti na stambenim jedinicama se mogu iskoristiti na dva načina:

- zadržavanje postojećih troškova grijanja uz mogućnost grijanja cjelokupne površine stambene jedinice, jer je uobičajena praksa da se grije samo dio stambenog prostora, ili
- smanjenje troškova grijanja uz zagrijavanje iste površine stambene jedinice koja se trenutno zagrijava.

Provođenje mjera energetske efikasnosti, predviđenih ovom Studijom će rezultirati mnogobrojnim pozitivnim efektima, a jedan od njih je i zapošljavanje radnika. Provođenje mjera energetske efikasnosti zahtijeva angažman većeg broja radnika, koji će direktno raditi na njihovoj realizaciji ali i određeni broj radnika za kojima će se indirektno javiti potreba.

Za potrebe dalje analize i projekcije mogućnosti zapošljavanja, kao rezultat implementacije mjera energetske efikasnosti predloženih u ovom dokumentu, analiziran je broj radnika za kojima će postojati direktna potreba zapošljavanja. Radna mjesta za kojima postoji direktna potreba prilikom realizacije mjera poboljšanja energetske efikasnosti stambenih jedinica uključuje arhitekte, inženjere, stručne radnike i montažere, auditore ali i druge radnike neophodne za direktno provođenje spomenutih mjera. U proračunu efekata zapošljavanja usvojena je prosječna vrijednost, koja se odnosi na zemlje u razvoju, a koja je vezana za implementaciju mjera energetske efikasnosti u zgradarstvu od 49 zaposlenih po 1 milionu KM investiranih sredstava.

Indirektno zapošljavanje se ogleda u povezanosti lanaca vrijednosti i efekata koje će imati mjere energetske efikasnosti koje se provode. Na ovaj način, indirektno zapošljavanje radnika koje će nastati, prilikom implementacije mjera energetske efikasnosti, se ogleda kroz zapošljavanje dodatnog broja proizvođača materijala, dobavljača, serviseri i sličnih radnih mjesta. Uvažavajući obim radova potreban za realizaciju predloženih mjera energetske efikasnosti, može se zaključiti da će oni imati značajan uticaj na cjelokupno tržište koje je razvijeno na području Modriče, ali i BiH. Zbog navedenog, u analizi mogućnosti zapošljavanja na osnovu predloženih mjera energetske efikasnosti se indirektni vid zapošljavanja neće uzimati u obzir.

Predstavljeni podaci o broju zaposlenih kroz provođenje mjera energetske efikasnosti predstavljaju projekciju i isti su podložni promjeni, a direktno su vezani za nivo investicionih ulaganja.

Sljedeće tabele daju pregled osnovnih ekonomskih indikatora isplativosti investiranja u mjere, odvojeno za kuće, zgrade i sve stambene objekte na području opštine Modriča.

Period povrata investicije (god)	11,39
Neto sadašnja vrijednost (KM)	58.348.154,99
Interna stopa povrata (%)	6,93
Indeks profitabilnosti (kWh/KM)	0,42
Broj kreiranih radnih mjesta	26.761

Tabela 51: Osnovni ekonomski indikatori za investiranje u mjere na kućama

Period povrata investicije (god)	29,95
Neto sadašnja vrijednost (KM)	-16.176.446,53
Interna stopa povrata (%)	-3,90
Indeks profitabilnosti (kWh/KM)	0,15
Broj kreiranih radnih mjesta	1.369

Tabela 52: Osnovni ekonomski indikatori za investiranje u mjere na zgradama

Period povrata investicije (god)	11,74
Neto sadašnja vrijednost (KM)	42.171.708,46
Interna stopa povrata (%)	6,49
Indeks profitabilnosti (kWh/KM)	0,41
Broj kreiranih radnih mjesta	28.130

Tabela 53: Osnovni ekonomski indikatori za investiranje u mjere za sve stambene objekte na području opštine Modriča



## 10 PREPORUKE ZA ENERGETSKI MENADŽMENT U DOMAĆINSTVIMA

Energetska efikasnost je mjera koja pokazuje koliko date tehnologije ili poduzete mjere doprinose smanjenju potrošnje energije i/ili goriva za neku aktivnost, kao što su potrošnja energije u stanu ili kući. Poboljšanje energetske efikasnosti znači smanjenje gubitaka energije bez narušavanja komfora, standarda života ili ekonomske aktivnosti i može se realizovati kako u oblasti proizvodnje tako i u oblasti upotrebe energije. Ovdje je važno naglasiti da poboljšana efikasnost upotrebe energije rezultira njenom smanjenom potrošnjom za istu količinu proizvoda ili usluge, što u konačnici donosi i proporcionalne novčane uštede. Pod pojmom mjere energetske efikasnosti u porodičnim kućama te stambenim zgradama, podrazumijeva se širok spektar djelatnosti kojima je krajnji cilj smanjenje potrošnje svih vrsta energije u posmatranom objektu, što kasnije rezultira smanjenjem emisije ugljen dioksida i čvrstih čestica uz poboljšanje komfora življenja. Mjere energetske efikasnosti koje su predložene projektom, dovest će do toga, da će se implementirati proizvodi novije generacije elemenata ovojnice zgrada (prozori, vrata i fasade) i uređaji za proizvodnju i korištenje energije koji imaju bolju efikasnost. Nepravilnim korištenjem energije unutar objekta, nakon implementacije mjera može dovesti do toga da se objekt pregrijava i da se troši veća količina energije od potrebne. Zbog toga, te zbog stalnog povećanja energetske efikasnosti u domaćinstvima u nastavku su date preporuke za:

- regulaciju unutrašnje temperature,
- energetske efikasniju rasvjetu,
- energetske efikasnije kućanske aparate,
- energetske efikasnije klima uređaje,
- pregrijavanje prostora.

### 10.1 Regulacija unutrašnje temperature

Termostatski ventil je automatski regulator protoka vode ka radiatorima ili drugdje u sistemu gdje je potrebna automatska regulacija. Na termostatske ventile se ugrađuje termostatska glava i na taj način se održava željena temperatura prostorije.



Slika 47: Termoregulacioni ventili

Skala na termostatskoj glavi je, generalno, kod svih proizvođača ista, ali zavisi i od tipa termostatske glave. Kod nekih modela postoji mogućnost zatvaranja, pozicija 0, a kod nekih ne. U zavisnosti od modela, optimalna sobna temperatura od oko 20 °C je između oznaka 3 i 4 i predstavlja optimum komfornog grijanja, udobnosti i uštede energije.

<b>Oznaka</b>	0	*	1	2	3	4	5	6
<b>Temperatura (°C)</b>	-	6	10	13	18	22	25	28

Tabela 54: Temperature i oznake na termostatskim glavama

Prostorija	Temperatura	Oznaka na ventilu
Dnevna soba, spavaća soba, predsoblje, degažman, kuhinja	20 °C	između 3 i 4
WC (poseban)	15 °C	između 2 i 3
Kupatilo (posebno i sa WC-om)	22 °C	4
Sušionica veša bez provjetravanja	20 °C	između 3 i 4
Sušionica veša sa provjetranjem	16 °C	između 2 i 3
Priručna radionica	18 °C	3
Stepenište, toplotna podstanica i ostava	-	-

Tabela 55: Unutrašnje projektne temperature i oznake na termostatskim glavama

## 10.2 Rasvjeta

Rasvjeta u objektima stanovanja nije dominantan oblik potrošnje energije, ali kumulativno na godišnjem nivou može predstavljati značajan udio na računima za električnu energiju. Rasvjetna tijela osim u funkciji potrošnje električne energije, vrlo su važna za ostvarenje opšteg komfora unutar prostora za stanovanje. Dugo su na tržištu bile dominantne sijalice sa žarnom niti, ali je njihova niska efikasnost imala za posljedicu razvoj drugih tehnologija, čija je glavna osobina mnogo bolja efikasnost i znatno manja potrošnja električne energije.

Razvoj rasvjetnih tijela tokom prethodnih decenija imao je za rezultat pojavu halogenih, fluokompaktnih (štednih) sijalica, te fluorescentnih cijevi, koje su imale bolje karakteristike od klasičnih sijalica sa žarnom niti. Posljednja tehnologija, koja ujedno postiže i najbolje rezultate, te predstavlja i energetski najefikasnije rješenje, jeste LED rasvjeta.

Pored toga što troši i do 80% manje električne energije od sijalica sa žarnom niti, LED rasvjeta ima i najduži vijek trajanja. Tabela 56 i tabela 57 prikazuju ekvivalentnu snagu različitih sijalica i usporedbu njihovog životnog vijeka.

Sijalica sa žarnom niti	Fluokompaktna sijalica	Halogena sijalica	LED sijalica
40 W	12 W	20 W	4 W
60 W	18 W	50 W	8 W
75 W	22 W	75 W	10 W
100 W	30 W	100 W	12 W
150 W	55 W	150 W	25 W

Tabela 56: Prikaz kompatibilnih zamjenskih rasvjetnih tijela u odnosu na sijalice sa žarnom niti

Rasvjetna tijela	Životni vijek
Sijalica sa žarnom niti	1.000 h
Halogena sijalica	4.000 h
Fluokompaktna sijalica	15.000 h
LED sijalica	50.000 h

Tabela 57: Vijek trajanja različitih rasvjetnih tijela

Dakle, osim uštede na potrošnji električne energije, LED sijalice imaju vijek trajanja i do 50 puta veći od sijalica sa žarnom niti. Ako jedno domaćinstvo koristi sedam sijalica sa žarnom niti snage 100 W i tri sijalice snage 60 W, koje su prosječno dnevno angažovane 2 sata, godišnje će na rasvjetu trošiti

oko 85 KM za električnu energiju. Ugradnjom zamjenskih LED sijalica, ekvivalentnih snaga 12 W i 8 W, godišnje će udio rasvjete u računu za električnu energiju iznositi samo 15 KM.

Cijena LED sijalica je još uvijek znatno viša od cijene sijalica sa žarnom niti, ali se vrlo jednostavno može izračunati da je povrat investicije moguć u relativno kratkom periodu od jedne do dvije godine, u zavisnosti od broja rasvjetnih tijela i režima korištenja. Također, u periodu od 10 godina, prema režimu korištenja rasvjete iz primjera, sijalice sa žarnom niti će zbog kraćeg vijeka trajanja biti zamijenjene 7 puta, dok će se sa druge strane koristiti ista LED sijalica.



Slika 48: Različiti tipovi LED sijalica

LED sijalice osim navedenog, imaju i bolju svjetlosnu efikasnost, te je na nekim mjestima moguće koristiti manje sijalica za isti svjetlosni ugođaj. Još jedna prednost ovog načina osvjetljenja je mogućnost izbora širokog spektra boje svjetlosti. Preporuka je da se u prostorijama gdje je duži boravak tokom dana (dnevna i spavaća soba, kuhinja) koristi LED rasvjeta toplije boje, žuta ili toplo bijela (2700-3000 K). Ove boje oponašaju sunčevu svjetlost i mnogo su prijatnije ljudskom oku u odnosu na hladnije nijanse (>5000 K) koje se mogu koristiti u kupatilu i hodnicima.

### 10.3 Kućanski aparati

Prilikom nabavke kućanskih aparata, potrebno je obratiti pažnju na njihov energetska razred. Svi uređaji su razvrstani u 7 energetskih razreda od A+ do G po novom pravilniku, dok su po staroj energetska klasifikaciji bili i razredi A+++, A++ i A+.

Na svakom od proizvoda se nalazi naljepnica sa godišnjom potrošnjom električne energije, na osnovu koje se uređaj svrstava u pripadajući razred. Uređaji energetske klase A+ troše i preko 50% manje energije u odnosu na uređaj klase C. Kombinovani frižider sa zamrzivačem klase A+ godišnje troši 150 kWh električne energije, dok takav frižider klase C troši 320 kWh. To znači uštedu oko 25 KM godišnje na računu za električnu energiju. Ukoliko se mijenjaju stariji uređaji energetske klase F ili G, uštede su još veće.

Iako nabavka novih kućanskih aparata znači znatna finansijska ulaganja, te period isplativosti investicije iznosi nekoliko godina, rezultati su ipak vidljivi.

### 10.4 Klima uređaji

Jedna od glavnih podjela klima uređaja jeste na ON/OFF uređaje sa fiksnom brzinom i uređaje sa inverter kompresorom, tj. promjenjivom brzinom kompresora. Osnovna razlika ove dvije vrste klima uređaja je ta što kompresor kod klime sa fiksnom brzinom konstantno radi sa punom snagom

dok ne dosegne željenu temperaturu. Kada temperatura poraste ili se snizi za 1 do 2 °C u zavisnosti o tome da li se radi o režimu hlađenja ili grijanja, kompresor se ponovo uključuje i to je princip rada koji se ponavlja. Kada se isključi kompresor, ostaje da radi ventilator na unutarnjoj jedinici.

Za razliku od klima sa ON/OFF metodom rada, klime sa inverter kompresorom će u slučaju razlike temperature u režimu hlađenja lagano pokrenuti kompresor, te nakon nekog vremena dostići maksimalnu vrijednost. Tokom rada, elektronika će po potrebi regulisati rad kompresora. U režimu grijanja, kompresor starta sa maksimalnom snagom, kako bi se što prije osigurala ugodna temperatura, a nakon toga radi minimalnom snagom za održavanje zadane temperature.

Investicija u inverter klima uređaje je veća od klima uređaja sa fiksnom brzinom, ali su uštede tokom rada oko 30%, što vrlo brzo isplaćuje viša početna ulaganja. Inverter klime su tiše prilikom rada, brže postižu željenu temperaturu te nemaju nepotrebnih amplituda prilikom rada. Dodatna prednost inverterskih klima je što mogu da griju prostorije i pri znatno niskim temperaturama vanjskog vazduha. Neki uređaji mogu da rade i na -15 °C.

## 10.5 Pregrijavanje prostora

U ljetnom periodu, zbog visokih temperatura i priliva toplote od Sunca se zagrijava konstrukcija stambenog objekta, a prostorije koje su okrenute prema jugu se griju u tolikoj mjeri da je onemogućen boravak u njima. Mjere sprečavanja pregrijavanja za objekte navodi tabela 58.

Prostorija	Sistem hlađenja	Mjera
Kompletan objekt	Bez instaliranog sistema	Otvaranje prozora u noćnom periodu radi otpuštanja akumulirane toplote. Zatvaranje prozora ujutro.
Prostorije na južnoj strani objekta	Bez instaliranog sistema	Postavljanje vanjskih žaluzina sa pokretnim lamelama
Prostorije na južnoj strani objekta	Bez instaliranog sistema	Zimski period, sunčan dan: od 11 h postaviti termostatske ventile na nižu vrijednost
Kompletan objekt	Instaliranje split sistema za potrebe hlađenja	Razmotriti ugradnju multi-split sistema, kupovati uređaje sa što većim COP radi uštede energije

Tabela 58: Mjere za sprečavanje pregrijavanja prostora

## 11 UOČENE PREPREKE

Prilikom obilaska objekata i tokom razgovora sa korisnicima kuća i stanova, ustanovljeno je da postoji određeni broj prepreka koje onemogućavaju širu primjenu mjera povećanja energetske efikasnosti u rezidencijalnom sektoru. Ovo poglavlje sumira opažanja dobijena na taj način, i ne analizira zakonske, pravne formalne i slične prepreke. Za njih bi trebala značajno detaljnija specifična analiza. Potrebno je napomenuti da su zabilježena međusobno veoma slična zapažanja u svim opštinama i gradovima koji su bili predmet Studija ovog tipa i obima, što upućuje da korisnici suštinski imaju iste probleme. Dio identificiranih prepreka se odnosi podjednako na korisnike individualnih i kolektivnih objekata stanovanja, odnosno na vlasnike (ili korisnike) kuća i stanova.

Jedna od glavnih prepreka je svakako visoka cijena implementacije mjera. Ovo je postalo posebno izraženo upravo u periodu obilaska objekata za potrebe izrade ove Studije, gdje su cijene nekih materijala i do 50% više nego u istom periodu prošle godine. Dodatni problem predstavlja moguća povremena nestašica pojedinih materijala na tržištu, koja uzrokuje dodatni rast cijena i čekanje potrebnog materijala.

Također, jedna od prepreka je i nedostatak kvalifikovane radne snage, što je posebno izraženo u slučaju zamjene sistema grijanja ili ugradnje sistema obnovljivih izvora energije, za šta je neophodna stručna radna snaga koju ne može zamijeniti priučeni radnik. U nekim slučajevima su korisnici i po nekoliko mjeseci čekali da im bude ugrađena toplotna pumpa, inverterski klima uređaji ili sistem centralnog grijanja na pelet.

Nemaju svi korisnici finansijska sredstva potrebna za izvođenje radova, te ih osiguravaju na različite načine, kao što su krediti, pozajmice ili ušteđevina (obično samo za dio troška), a dio korisnika dobija potporu od članova porodice koji rade u inostranstvu. Prepreka prilikom korištenja klasičnog nenamjenskog kredita su uslovi pod kojima banka daje takav kredit, odnosno iznos i rok otplate koji korisnicima mogu biti odobreni. Korisnici mnogo lakše dolaze do odobrenja mikro kredita, ali su i kod njega prepreka uslovi otplate, odnosno kamata koja je mnogo veća nego kod kredita komercijalnih banaka. Nažalost, tek dio banaka daje namjenske kredite za povećanje energetske efikasnosti, i tu su identificirane dvije prepreke, dostupnost informacija i uslovi kreditiranja. Korisnici najčešće nemaju sve potrebne informacije koje su im potrebne da bi adekvatno pristupili apliciranju za takav kredit, dok sa druge strane nemaju mogućnost da slobodno biraju izvođača radova, već moraju da izaberu jednog od ponuđenih sa liste certificiranih. Naravno, certificirani izvođač vrši provođenje izabrane mjere u skladu sa svim pravilima struke, što skoro u pravilu znači da je skuplji od nekog kojeg bi korisnik izabrao po vlastitom izboru, ali koji možda neće uraditi baš svaki detalj ugradnje na način kako bi to trebalo.

U vezi s tim, identificirana je i prepreka u vidu nedostatka informisanosti korisnika ili stanara. Ovo se odnosi i na informacije o samim mjerama, ali i o već spomenutim informacijama o tome kako finansirati mjere. Prilikom obilaska, većina korisnika je izrazila želju da podrži implementaciju mjera (i za kuće i u zgradama), ali zapravo nisu bili sigurni koja mjera bi bila najbolja. Kod kuća su korisnici uglavnom podržavali ugradnju termoizolacije vanjskih zidova, dok su u zgradama uglavnom podržavali zamjenu vanjske stolarije. Termoizolacije stropa ili krova nije dovoljno prepoznata kao mjera koja donosi značajne uštede i ima, u principu, najkraći rok otplate, i ovo je posebno važno za razmatranje kod stanara u kućama. Slično ovome, jedna od prepreka, značajnija kod korisnika kuća, je i nedovoljno poznavanje značaja i koristi ostvarivih ugradnjom obnovljivih izvora energije, kao što su toplotne pumpe ili solarni kolektori.

Među informacijama koje nedostaju korisnicima su i dvije značajne, koje se odnose na toplotne mostove i koristi pravilne upotrebe centralnog sistema grijanja. Prepreka koja je uočena su loša iskustva korisnika koji su ugradili toplotnu izolaciju vanjskih zidova, ali nedovoljno stručno, ostavivši toplotne mostove. Kod njih se, posljedično, javio cijeli niz problema povezanih sa time, što izaziva nepovjerenje prema termoizolaciji vanjskih zidova kod drugih korisnika. Također, prepreka je i loše iskustvo korisnika koji su ugradili sistem centralnog grijanja (nekada i bez adekvatne toplotne izolacije objekta), ali ga ne koriste na pravilan način (vrše prekide u grijanju, vrše dogrijavanje, ne provjetravaju), što za posljedicu opet ima čitav niz problema u stambenom prostoru, što kod ostalih korisnika također izaziva sumnju u ispravnost prelaska sa trenutnog (jeftinog, ali manje komotnog) na takav, ipak dosta skuplji i komforniji, sistem grijanja.

Identificirane su i neke prepreke koje su specifične samo za stanovnike stambenih zgrada.

Jedna od njih se odnosi na mogućnost ugradnje sistema centralnog grijanja u onim zgradama koje ga nemaju. U tim slučajevima postoji problem vezan za skladištenje energenta koji se koristi u sistemu i odlaganje i ispuštanje produkata sagorijevanja (pepeo, ako ga ima, i otpadni gasovi). U nekim slučajevima korisnici nemaju mogućnost skladištenja energenta (na primjer pelet) zbog nedostatka odgovarajućeg prostora, te su ga prisiljeni nabavljati više puta u manjim količinama, što je finansijski nepovoljno. Kod dijela zgrada podrumi su zapravo neuslovni za čuvanje bilo kakvog energenta, sa aspekta njegove upotrebljivosti i mogućnosti otuđenja. Inače, ogrjev bilo koje vrste se prema pravilima ne smije odlagati ili čuvati pored zgrada ili narušavati njihov izgled.

Optimalno rješenje, sa aspekta grijanja i njegove efektivnosti i efikasnosti, bi bilo da cijela zgrada bude centralno grijana, a da kotlovnica bude smještena u nekom od zajedničkih prostora. Investicija za ovakav sistem bi bila približna onoj kada bi svaki stan bio grijan sopstvenim sistemom. Prepreke implementaciji ovakvog rješenja su različita mišljenja i stavovi stanara u vezi njega, te relativno teško utvrđivanje odgovornosti i nadležnosti za korištenje, održavanje i pokrivanje troškova ovakvog sistema.

Slična prepreka je uočena i kod drugih radova koji se odnose na cijelu zgradu, kao što je na primjer ugradnja termoizolacije vanjskih zidova. U većini slučajeva, svi stanari moraju biti saglasni da bi se pristupilo izvođenju radova. Prepreka je kada na primjer jedan stanar (mada ih može biti i više) nisu saglasni i na taj način ne dolazi do provođenja mjere. Nažalost, u nekim slučajevima je mjera implementirana tako da su svi stanovi, osim tih čiji su vlasnici protiv mjere, dobili novu fasadu, krov ili stolariju, što narušava jedinstven izgled zgrade i onemogućava primjenu koncepta energetske efikasnosti.

Kod nekih stambenih zgrada dodatna prepreka je i to što se dio stanova ne koristi, a razlozi za to mogu biti različiti. Neki od njih su da je to vlasniku sporedna nekretnina ili da je u inostranstvu, mada ima slučajeva da je stan jednostavno napušten, s obzirom da se ne može utvrditi pravo vlasništvo. Ovo otežava proces implementacije mjera, ali i bez toga, činjenica da se jedan prostor između svih ostalih ne koristi narušava koncept energetske efikasnosti.

Pozitivno je to što se kroz razgovor sa korisnicima, i kuća i stanova, došlo do zaključka da su oni voljni implementirati mjere povećanja energetske efikasnosti. Izrazili su želju da učestvuju u finansiranju, iako u obimu svojih mogućnosti, a također i da dobiju informacije o koristima koje mjere donose. Kod nekih korisnika se ispostavilo da dio informacija kojima su raspolagali nije tačan, i da stoga nisu imali ni pravu predstavu o tome šta, na primjer, znači pravilno ugrađena toplotna izolacija vanjskih zidova.

Bazirano na navedenim podacima, prikupljenim tokom obilaska objekata, glavna preporuka koja bi u budućnosti mogla dovesti do većeg stepena implementacije mjera energetske efikasnosti i značajnije inicijative korisnika objekata je njihova edukacija i pružanje pravih i provjerenih informacija o mjerama.





## 12 DODATNI PODACI

Prethodna poglavlja imaju za fokus pokazati trenutno stanje zgrada i kuća, potencijalne mjere za ostvarenje ušteda u energiji i novcu, kao i ekonomske pokazatelje povećanja energetske efikasnosti stambenog sektora. Sa druge strane, ovo poglavlje prikazuje podatke koji se odnose na stanovništvo koje koristi analizirani stambeni sektor, sa posebnim naglaskom na određene kategorije.

Dio navedenih podataka je dobijen iz zvaničnih, javno dostupnih, dokumenata, kao što Konačni rezultati popisa stanovništva, domaćinstava i stanova u Bosni i Hercegovini (Agencija za statistiku BiH, 2016. godine) ili Gradovi i opštine Republike Srpske (Republički zavod za statistiku, 2021. godine), dok su neki dobijeni direktno od nadležnih gradskih ili opštinskih službi.

Kako je ranije navedeno, samo dio kuća i zgrada se trenutno nalazi u stanju koje potpuno ispunjava zahtjeve Pravilnika, ali nema pouzdanih podataka o distribuciji stanovnika između takvih objekata i onih kojima je potrebna obnova (ugradnja toplotne izolacije i novog sistema grijanja). Ovo je naročito naglašeno u slučaju ugroženih kategorija. Stoga je ocijenjeno pouzdanijim navesti podatke koji se odnose na cjelokupno stanovništvo koje naseljava i koristi cjelokupan stambeni fond.

Tabela 59 daje pregled broja domaćinstava prema broju članova, a navedeni su i podaci o ukupnom broju domaćinstava i prosječnom broju članova domaćinstva na području cijele opštine Modriča. Pri ovome, svaki stan u zgradi se smatra zasebnim domaćinstvom.

Broj domaćinstava prema broju članova								Ukupno	Prosječno članova
1	2	3	4	5	6	7	8 i više		
1.870	2.237	1.554	1.555	779	402	154	87	8.638	2,94

Tabela 59: Broj domaćinstava prema broju članova

Tabela 60 daje podatke o ukupnom broju članova domaćinstava, zavisno od njegove veličine. Navedeni podatak o ukupnom broju članova je baziran na popisu iz 2013. godine i nešto se razlikuje od istog podatka kojeg daje tabela 10, koji je baziran na statističkom pregledu za 2021. godinu, a koji je u analizi stanja i mjera korišten jer je ocijenjen kao pouzdaniji.

Broj članova domaćinstva prema njegovoj veličini								Ukupno članova
1	2	3	4	5	6	7	8 i više	
1.870	4.474	4.662	6.220	3.895	2.412	1.078	1.109	25.720

Tabela 60: Broj članova domaćinstva prema njegovoj veličini

Jedan od traženih podataka je i broj domaćinstava koje vode žene. O ovome nema tačnih i pouzdanih podataka niti na jednom nivou, kao ni zakonske definicije koja opisuje ovakvo domaćinstvo. Tabela 61 daje podatke o broju porodica sa samohranim roditeljima (majka ili otac) i broju članova tih porodica. To su porodice u kojima jedini izvor primanja potiče od tog roditelja, ukoliko se izuzmu eventualne posebne naknade, i predstavlja najpouzdaniju procjenu broja domaćinstava koje vode žene (majke). Prilikom obilaska objekata na terenu i kroz razgovor sa korisnicima dobijeni su nezvanični podaci o tome da u nekom domaćinstvu radi samo žena ili da ona ostvaruje većinu prihoda, ali za to nisu traženi nikakvi dokazi, tako da je te podatke potrebno uzeti sa značajnom rezervom.

	Majka sa djecom	Otac sa djecom	Ukupno
Broj porodica	906	269	1.175
Broj članova	2.127	637	2.764

Tabela 61: Broj porodica sa samohranim roditeljima

Tabela 62 daje broj stanovnika po starosnim grupama i polovima.

	Starosna grupa				Prosječna starost
	0-19	20-64	65 i više	Ukupno	
Muškarci	2.600	7.916	2.045	12.561	41,23
Žene	2.543	7.949	2.667	13.159	43,30
Ukupno	5.143	15.865	4.712	25.720	42,29

Tabela 62: Broj stanovnika po polovima i starosti

Dio stambenog fonda koriste djeca i mladi, a podatke o njihovom polu i starosti daje tabela 63.

	Starosna grupa				Ukupno
	0-4	5-9	10-14	15-19	
Dječaci	514	573	700	813	2.600
Djevojčice	487	555	691	810	2.543
Ukupno	1.001	1.128	1.391	1.623	5.143

Tabela 63: Broj djece i mladih po polovima i starosti

Neki od stanovnika su i osobe sa poteškoćama. Stepem i vrsta teškoća može biti različit. Dostupne podatke o ovoj kategoriji stanovništva daje tabela 64.

<b>Muškarci</b>	1.140
<b>Žene</b>	1.365
<b>Ukupno</b>	2.505

Tabela 64: Broj osoba sa poteškoćama

Pored nabrojanih i spomenutih posebnih kategorija, dio stambenog sektora koriste i ostale osobe koje se mogu svrstati u ugrožene kategorije, uzevši u obzir specifične prilike u Bosni i Hercegovini. Tu spadaju nepismeni, penzioneri, nesposobni za rad i nezaposleni.

	Nepismeni	Penzioneri	Nesposobni za rad	Nezaposleni
Muškarci	121	2.086	362	1.338
Žene	621	2.034	377	936
Ukupno	742	4.120	739	2.274

Tabela 65: Broj muškaraca i žena za ostale specifične kategorije

Nepismeni su ugroženi samom činjenicom da spadaju u ovu grupu, s obzirom da teško mogu naći ikakav posao, a iz istog razloga im je veoma ograničen pristup informacijama koje bi vodile povećanju kvaliteta života.

Veliki broj penzionera prima minimalne penzije, a živi uz pomoć povremenih poslova koje obavljaju (ukoliko su u mogućnosti) ili uz pomoć djece i rodbine. Teško se može očekivati da ova kategorija vrši investiranja u mjere energetske efikasnosti, čak i kada se radi o manjim intervencijama na objektima kolektivnog stanovanja.

Nesposobni za rad također imaju na raspolaganju ograničena novčana sredstva, a koja se troše na neophodne stvari, poput hrane i podmirenja životnih troškova (režije, komunalije i slično). Ni od ove kategorije se ne može očekivati sa aktivno sudjeluje u finansiranju implementacije mjera energetske efikasnosti.

Nezaposleni su stanovništvo koje je radno sposobno, ali je trenutno bez posla. Podaci navedeni u tabeli u nastavku teksta su dostupni zvanični podaci. Sa druge strane, u Bosni i Hercegovini postoji velika siva ili crna zona vezana za rad na povremenim i privremenim poslovima, koji se uglavnom

plaćaju bez prijave, uplate poreza i doprinosa. Samim time, navedene brojke treba uzeti sa određenom dozom rezerve.

Kao posebna kategorija se mogu uzeti migranti. Kako nema tačnih i usaglašenih podataka o njihovom broju i kretanju na nivou Bosne i Hercegovine, nije moguće dati ni relativno pouzdanu procjenu koliko ih trenutno koristi stambene objekte obuhvaćene ovom Studijom. S obzirom na položaj opštine Modriča, moguće je procijeniti da je malo vjerovatno da trajno koriste kuće i stanove na njenom području.



## 13 ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

U okviru ove Studije izvršen je terenski obilazak 370 stambenih jedinica individualnog stanovanja (kuće) i 24 jedinice kolektivnog stanovanja (zgrade). Obilasci su organizovani od strane izvođača Studije, a na taj način je izvršen detaljan uvid u trenutno stanje stambenih jedinica, što je poslužilo kao osnova za izračun trenutnih energetske potreba i prijedlog mjera za poboljšanje energetske efikasnosti na nivou cijelog stambenog fonda opštine Modriča.

Uvidom u stanje na terenu ustanovljeno je da su stambene jedinice različitog tipa, starosti, stanja vanjske ovojnice i unutrašnjosti, kao i da se za zagrijavanje koriste različiti energenti. Ustanovljeno je da samo manji dio stambenih jedinica ispunjava trenutno važeće propise u vezi energetske potreba i energetske efikasnosti, koje su definisane Pravilnikom o minimalnim zahtjevima za energetske karakteristike zgrada. Dio objekata djelomično ispunjava propise (na primjer samo krov ili samo vanjski zidovi). Ustanovljeno je da se određeni broj objekata (kuća i stanova) ne koristi stalno, već na sezonskoj osnovi.

Utvrđeno je da se značajan dio individualnih stambenih jedinica grije upotrebom neefikasnih sistema za grijanje baziranih na čvrstom gorivu (ogrjevno drvo i, rjeđe, ugalj). Nekoliko kuća na području opštine se grije upotrebom toplotnih pumpi i termo-blokova, odnosno koriste električnu energiju kao energent. Stambene jedinice u zgradama (stanovi) se griju upotrebom peleta i, rjeđe, ogrjevnog drveta i uglja, pri čemu se ovi energenti koriste u sistemima centralnog ili individualnog grijanja. Dio stanova koristi električnu energiju kao energent, i grije se upotrebom konvektora, kalorifera ili klima uređaja.

Za sve stambene jedinice koji ne ispunjavaju trenutno važeće propise je predložena ugradnja toplotne izolacije vanjske ovojnice, koja uključuje toplotnu izolaciju zidova, krovova/stropova, dijela podova nad vanjskim vazduhom i podrumima, kao i zamjenu vanjske stolarije. Ukupna energetska ušteda nakon provedenih svih mjera energetske efikasnosti na ovojnicama svih tipova objekata iznosi 234,38 GWh godišnje. Provođenjem svih predloženih mjera energetske efikasnosti trenutne potrebe za toplotnom energijom bi se smanjile za 65% u odnosu na trenutno stanje. Posmatrajući sve objekte, najveće uštede energije je moguće ostvariti nakon izolacije stropova i krovova i to 75,56 GWh godišnje, i u tom slučaju bi se trenutne energetske potrebe smanjile za 21%.

Izvršena je procjena investicije potrebne za realizaciju scenarija koji uključuje sve predložene građevinsko-arhitektonske mjere. Za implementaciju mjera na objektima svih tipova je potrebno osigurati 579,09 miliona KM, od čega najviše treba izdvojiti za termoizolaciju vanjskih zidova, 328,60 miliona KM. Pri ovome treba imati na umu da je cijela analiza rađena prema tržišnim cijenama i energije i građevinskih materijala u vrijeme izrade Studije, što utiče na vrijednost investicija.

Nakon provedene finansijske analize predloženih mjera energetske efikasnosti, moguće je zaključiti da je prosječni period povrata investicije za sve objekte i sve mjere 11,74 godina. Najkraći rok otplate je za termoizolaciju krova i iznosi 3,41 godine. Na periode povrata utiče, sa jedne strane, vrijednost investicije, koja je pod velikim uticajem tržišta, a sa druge cijena energije, koja je pod stalnim pritiskom da bude što niža. Navedeni rokovi otplate se mogu smatrati povoljnim.

Međutim, treba napomenuti da čitav niz koristi implementacije mjera povećanja energetske efikasnosti nije moguće jednostavno kvantificirati. Jedan od njih je i zapošljavanje 28.130 radnika, ali i veći životni komfor za osobe koje borave u stambenim jedinicama. Izvršen je i izračun smanjenja

emisije CO<sub>2</sub>, te se implementacijom mjera očekuje postizanje i niza pozitivnih efekata u segmentu zaštite okoliša, odnosno smanjenje emisije zagađivača.

U konačnici, može se zaključiti da se uštede u energiji koje je moguće ostvariti na stambenim jedinicama mogu iskoristiti na dva načina:

- zadržavanje postojećih troškova grijanja uz mogućnost grijanja cjelokupne površine stambene jedinice, jer je uobičajena praksa da se grije samo dio stambenog prostora, ili
- smanjenje troškova grijanja uz zagrijavanje iste površine stambene jedinice koja se trenutno zagrijava.

Svi podaci koji se tiču vrijednosti investicija i ušteta su dati odvojeno po mjerama i po vrstama objekta, a dati su i pregledi po istim grupama. Svi podaci su dostupni u bazi podataka koja prati ovu Studiju, gdje je moguće vršiti pretraživanje po bilo kojem potrebnom kriteriju i koristiti podatke za dalje analize.